Tratado práctico de analisis quimica de las aguas minerales potables y económicas : con sus principales aplicaciones á la higiene y á la industria, consideraciones generales sobre su formacion, termalidad, aprovechamiento, etc. fabricacion de las aguas minerales artificiales / por Ossian Henry, padre, y Ossian Henry, hijo ; traducido por Ramon Ruiz Gomez.

Contributors

Henry, Ossian 1798-1873.

Publication/Creation

Madrid : Imprenta de Manuel Alvarez, 1858.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/vvfdxs6z

License and attribution

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

wellcome collection

Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
https://wellcomecollection.org

L LXIII
19/h

Med
K22317

TRATADO PRÁCTICO

DE ANALISIS QUIMICA

DE LAS

AGUAS MINERALES

POTABLES Y ECONÓMICAS.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28131095

TRATADO PRÁCTICO

DE ANALISIS QUIMICA

DE LAS

AGUAS MINERALES

POTABLES Y ECONÓMICAS.

Con sus principales aplicaciones á la higiene y á la industria
Consideraciones generales sobre su formacion, termalidad, aprovechamiento etc.

FABRICACION DE LAS AGUAS MINERALES ARTIFICIALES

POR MM.

OSSIAN HENRY, padre,

MIEMBRO DE LA ACADEMIA IMPERIAL DE MEDICINA
DIRECTOR EN GEFE DE SUS TRABAJOS QUÍMICOS, AGREGADO Á
LA ESCUELA DE FARMACIA DE PARIS, MIEMBRO DE LA
SOCIEDAD DE HIDROLOGIA MÉDICA,
CABALLERO DE LA LEGION DE HONOR ETC.

y **OSSIAN HENRY**, hijo,

DOCTOR EN MEDICINA DE LA FACULTAD DE PARIS,
MÉDICO AUSILIAR DE LOS INVÁLIDOS,
GEFE ADJUNTO DE LOS TRABAJOS QUÍMICOS DE LA ACADEMIA DE MEDICINA,
LAUREADO DE LA FACULTAD DE MEDICINA,
DE LA ESCUELA DE FARMACIA Y DE LOS HOSPITALES DE PARIS,
MIEMBRO DE LA SOCIEDAD DE HIDROLOGIA MÉDICA, ETC.

Traducido por

D. RAMON RUIZ GOMEZ.

Madrid.
IMPRENTA DE MANUEL ALVAREZ, Espada, 6.

1858.

23154752

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Call No. WA

PRÓLOGO DEL TRADUCTOR.

El nombre de M. O. Henry es harto conocido en los fastos de la química para que nos detengamos en recomendar uno de sus mas importantes trabajos, el resultado del estudio á que ha dedicado gran parte de su vida el ilustrado profesor cuya superior competencia en la materia está reconocida por todos los sabios.

Hacia falta un libro que, reuniendo todo cuanto la teoría y la práctica han enseñado en el escabrosísimo camino de las análisis de las aguas minerales, facilitase el estudio y conocimiento de estos preciosos agentes de que con tanto fruto echa mano el médico para combatir multitud de afecciones rebeldes á los mejores tratamientos y sistemas de curacion empleados hasta el dia: y M. Henry acaba de enriquecer la ciencia con el libro deseado.

Al decidirnos á emprender su traduccion no hemos vacilado un punto en preferirle á otras producciones interesantísimas que diariamente ven la luz pública, persuadidos de que acaso no hay otra alguna que pueda ser mas útil hoy dia á nuestro pais, donde tan atrasado está el estudio de las aguas minerales llamadas á ocupar un distinguidísimo lugar en la terapéutica. Todas las naciones han procurado dar á este ramo la importancia que se merece: han promovido su estudio, han tratado de beneficiar esta rica mina de salud y porvenir para el pais que la posee: y nuestra España tan privilegiada en esta parte como la que mas, encierra tesoros que aun no esplotados cual es de desear, adquieren de dia en dia mayor prestigio y dejan entrever el rango preferente que ocuparán sus establecimientos de baños al lado de los principales de Europa. Por eso hoy mas que nunca creemos que interesa al pais conocer el medio de desarrollar una riqueza que afortunadamente ha tomado notable incremento en los últimos años. Las análisis que tenemos de nuestros manantiales minerales

son pocas y acaso no muy esactas como lo comprueban las gravísimas diferencias que se notan en las publicadas por distintos analizadores. Muy dignos profesores han puesto en claro la composicion de algunas; pero las mas permanecen sin haberse estudiado debidamente, ya por falta de ejercicio en este género de trabajos, ya por la carencia de medios adecuados al intento, y ya sobre todo por la dificultad del problema que es sin duda uno de los mas complicados que puede ofrecer la química. Escasean entre nosotros los químicos analizadores, y no todos los que se han dedicado á esta tarea habrán tenido acaso la conveniente práctica para llegar al resultado que su buen celo apeteciera, y á esto son debidas sin duda las diferencias que arriba hemos indicado que se notan en las análisis publicadas de una misma agua. Urje por lo tanto que los peritos en la ciencia se dediquen á rectificar las análisis hechas hasta el dia y á emprender la de las muchísimas aguas cuya naturaleza permanece aun desconocida.

Por lo dicho se infiere que este *Tratado* es un libro de actualidad, cuya aparicion, que no puede ser mas oportuna, ha sido saludada con los mas entusiastas elogios por los sabios franceses que echaban de menos su falta: por eso creemos hacer un verdadero servicio á nuestros comprofesores poniéndole en sus manos. Y no solo el farmacéutico á quien con tanta frecuencia se recurre para conocer la naturaleza de las aguas hallará en él todo cuanto puede desear para responder debidamente á la consulta que se le pida, sino que tambien los directores de los establecimientos de baños, los industriales y todos los que hayan de utilizar los manantiales ya para bebida, ya para usos económicos, comprenderán el fruto que pueden sacar de las esperiencias y doctrina de M. O. Henry. La higiene médica no menos que la química analítica estan altamente interesadas en el estudio de las aguas de todo género.

Réstanos añadir que el autor y su hijo, que le ha secundado eficazmente en su tarea, dedican su obra á la veneranda memoria del ilustre M. N.-E. Henry, justo tributo de respeto filial y de reconocimiento á su digno maestro.

PREFACIO.

Hace cerca de treinta años que el objeto capital de mis trabajos químicos es el estudio y análisis de las aguas minerales, durante cuyo tiempo he sido invitado con frecuencia á publicar un tratado especial de este asunto: y aunque muchas veces he puesto manos á la obra, me ha arredrado siempre la dificultad de la empresa, obligándome á aplazar de dia en dia su publicacion. Tal vez se hubiera prolongado por largo tiempo este estado de perplejidad, á no ocurrir una circunstancia que me ha decidido á salir de él.

Mi hijo, nombrado hace algunos años agregado á mis trabajos químicos de la Academia imperial de medicina, y que se habia dedicado tambien al estudio de las aguas minerales, me ofreció ayudarme en el trabajo tantas veces proyectado y admití su oferta. Con su auxilio, pues, me he determinado á dar á luz este *Tratado práctico de análisis química de las aguas minerales, potables y económicas:* y al realizarlo, no soy menos dichoso como padre que sincero como colaborador, en hacer justicia á la eficáz cooperacion que me ha prestado para ello. Esto supuesto, paso á demostrar el espíritu y objeto de este libro.

Las aguas minerales cayeron en menosprecio durante los veinticinco primeros años de este siglo, sin duda por los exagerados elogios que se han hecho de sus virtudes y el poco interés con que por otra parte las han mirado muchos médicos, quienes las proponian á sus enfermos tan solo como objeto de viaje y distraccion. Pero examinadas mas cuidadosa y concienzudamente despues, por espacio de veinte años, se ha llegado á reconocer la verdad de ciertos hechos; y poco á poco se ha ido restableciendo el crédito de las aguas minerales como agentes terapéuticos. Yo, por mi parte, creo haber contribuido algo á este resultado llamando la atencion sobre ellas, y descubriendo la existencia de diversos agentes que encierran y cuya naturaleza podia facilitar la esplicacion de algunos de sus efectos terapéuticos. De aquí se ha seguido tambien el que la autoridad haya llegado á comprender las ventajas que puede reportar de los manantiales minerales un pais que como el nuestro cuenta tan grande y tan

variado número de ellos. La análisis química ha ejercido por lo tanto aquí una incontestable influencia, porque al paso que indica las diferencias entre las diversas aguas, pone de manifiesto su riqueza relativa de mineralizacion y á las veces la de sus virtudes medicinales. Tambien en nuestros dias ha descubierto la análisis de las aguas varios principios particulares desconocidos antes y que bastan para esplicar algunas propiedades particulares ó especiales. Se vé, pues, la importancia que llegará á tener la análisis; y aun cuando no siempre suministra una rigurosa aplicacion de ciertos problemas, no por eso deja de practicarse en la generalidad de casos. De modo que si tenemos una agua aplicada con feliz éxito al uso médico hace tiempo, ó bien otra recien descubierta, se procurará reconocer en la primera, por los medios químicos, los principios mineralizadores á que es posible atribuir su accion: y en la segunda trataremos de asegurarnos de que no contiene cosa nociva á la salud, y de si los agentes que encierra pueden guiarnos á sus aplicaciones médicas. Tal es el espíritu que nos ha guiado al emprender nuestra obra.

En muchos tratados de química y de mineralogia se hace mencion de los procedimientos y marcha que debe seguirse para analizar las aguas minerales: hay multitud de memorias que indican tambien diversos métodos para elto: pero no existiendo en Francia un tratado especial moderno sobre este punto, nosotros nos hemos propuesto dar al público un libro de esta clase: un libro que presente un cuadro de todo lo que se refiere á las aguas minerales, á su naturaleza química, al modo como pueden formarse, como igualmente á los medios de descomponerlas y á veces de reconstituirlas: y como deduccion de todo esto dar á conocer las causas posibles de sus alteraciones y la manera de ocurrir á ellas. Tal es nuestro objeto.

Despues de definir en una especie de introduccion lo que puede entenderse por *aguas minerales*, dedicamos algunas líneas á recordar la incontestable utilidad de estos agentes naturales en medicina, el conocimiento que tuvieron y uso que de ellas hicieron los antiguos, y aun el culto que en ciertos paises les consagraron.

En el capítulo primero, tratamos de la composicion química de las aguas minerales, de las diferencias que presenta su naturaleza química y de la proporcion relativa de los principios fijos y gaseosos que las mineralizan; de donde partimos para clasificarlas en diversos grupos. Muchas son las clasificaciones, ya médicas, ya químicas, que se han hecho de las aguas minerales: nosotros nos hemos fijado esclusivamente en las que se fundan en su composicion química; de modo que sin entrar en su discusion, solo hemos citado algunas para llegar á la que nos hemos propuesto seguir en nuestra obra.

Consagramos el capítulo segundo á la enumeracion de los *principios mineralizadores* reconocidos hasta el dia en las aguas: los estudiamos separadamente con sus caracteres distintivos, indicando los estados en que se encuentran en la naturaleza, lo cual puede conducir á la esplicacion de los fenómenos que presiden á la formacion mas ó menos probable de las aguas minerales, que es el objeto del capítulo tercero. Refiriéndonos despues á cada especie de aguas, nos hemos es-

forzado en dar una idea de cómo pueden mineralizarse al atravesar las diferentes capas terrestres arrastrando á su paso ciertas sustancias á favor de influencias particulares, de altas temperaturas ó de agentes estraños. Estas formaciones que no dejan la mejor duda cuando pasan en parte á nuestra vista, como sucede en algunas, son con frecuencia mas difíciles de esplicar, teniendo que recurrir para ello á hipótesis mas ó menos plausibles ; por cuya razon en ciertos casos solo hemos presentado nuestras opiniones como una mera suposicion.

El examen de las *variaciones* que se notan en la composicion de las aguas minerales y de ciertas materias organizadas que se desarrollan en ellas ocupa los capítulos cuarto y quinto.

El sesto trata de la *termalidad de las aguas*; en él se encuentra la descripcion minuciosa de los medios é instrumentos de que nos valemos para apreciarla.

Algunas operaciones relativas al modo de *cojer* las aguas en su nacimiento para analizarlas, y de *aforar* ó calcular la cantidad que da el manantial, ocupan el capítulo séptimo.

A su *analisis*, objeto principal de nuestro libro , consagramos los capítulos octavo y noveno. Despues de una ojeada retrospectiva sobre la marcha que ha seguido esta análisis en un periodo de cerca de dos siglos, y del modo con que consideraban los antiguos las aguas ; dividimos la análisis en *cualitativa ó de indicacion* y en *cuantitativa ó definitiva*. En la primera enumeramos los medios físicos y químicos designados con el nombre de *reactivos* que conducen á la indicacion de los diferentes principios existentes en las aguas ; y en seguida entramos inmediatamente en la *análisis cuantitativa*.

Pasando á discutir con este motivo la opinion de algunos químicos, segun los cuales es imposible conocer por la análisis la composicion química de un agua mineral, y que quieren por lo tanto que nos limitemos á apreciar solo las bases y los ácidos para agruparlos despues segun las leyes que enseña la teoría; admitimos que en la generalidad de casos es posible llegar á dicho conocimiento, presentando algunas pruebas en apoyo de nuestra opinion. Describimos aqui , refiriendonos á cada especie de agua en particular la marcha y variados procedimientos que se deben practicar, ya directos, ya indirectos, por el peso, por los volúmenes, ó por los licores de prueba: y los acompañamos con multitud de grabados abiertos por Mr. Badourean cuyos talentos artísticos son bien conocidos.

El capítulo décimo le destinamos al *aprovechamiento* de los manantiales, su *distribucion* en los establecimientos termales, *aparatos de baños*, modos de *calentar* y de *enfriar* las aguas, y por último su *conservacion y espedicion* á largas distancias.

Mas compendioso el capítulo undécimo comprende lo relativo á las *buvetas*, *estufas y salas de inhalacion* empleadas hoy con tan feliz éxito en los grandes establecimientos termales. Despues de detallar con bastante minuciosidad la disposicion particular de estas salas de respiracion, indicamos los medios de analizar su atmósfera, en la que respiran los enfermos, y deducimos diversas consecuencias segun los resultados obtenidos.

En el capítulo duodécimo examinamos las aguas *potables, económicas é insalubres*, empezando por las de *rio, manantial, lluvia,* etc. potables ó que puedan serlo: despues las de *desagües* y *cisternas*; estudiandolas bajo el punto de vista del *riego* para la agricultura, y de su aplicacion á ciertas industrias: y por último tratamos del medio de hacer saludables algunas aguas insalubres proponiendo métodos fáciles para conseguirlo. En este capítulo se descubre á cada paso la utilidad de la análisis, lo cual nos da ocasion para citar testualmente y casi por completo el escelente tratado de MM. Boutron y Boudet sobre la *hidrotimetria,* método ingenioso que han ideado para analizar con rapidez las aguas y que tiene aplicaciones sin cuento en el examen de todas estas.

Termina la obra el capítulo décimo tercero, destinado á estudiar las *aguas minerales artificiales* y mas particularmente á la fabricacion del *agua gaseosa*. En él indicamos los diversos aparatos empleados para obtener este líquido, aparatos por lo comun muy ingeniosos y á propósito para proveer bajo condiciones mas ó menos ventajosas al surtido de este producto de uso casi general en el dia. A continuacion damos algunas fórmulas de *aguas minerales imitadas* y de *baños artificiales*: y por fin indicamos diferentes compuestos que, procedentes de las aguas minerales, han sufrido una operacion mecánica para darles la forma de *pastillas, tabletas y grajeas*, y que no dejan de ser útiles en ciertas aplicaciones médicas.

Honrado hace mas de veinticinco años con la confianza de la Academia de medicina que me ha encargado la direccion de los trabajos químicos de su laboratorio, he tenido ocasion de hacer todos los años multitud de análisis de aguas minerales: ademas, á consecuencia de comisiones, ya oficiales, ya particulares, he visitado muchos establecimientos termales y he podido estudiar en el terreno y con toda estension las aguas de cada uno. Por su parte mi hijo tambien ha logrado la ventaja de ver cierto número de ellas: y estas circunstancias nos han facilitado la ocasion de recojer multitud de documentos, y de hacer multiplicadas esperiencias aplicando muchos procedimientos de análisis.

Facilmente se deja conocer, sin embargo, que todos estos procedimientos no han podido ser inventados por nosotros: muchos de ellos se leen en las obras y son debidos á químicos franceses y estrangeros. Para un libro puramente práctico como es el nuestro hemos debido tomar todos los métodos que nos parecian dignos de atencion, juntamente con las observaciones que se referian á las aguas minerales. No deberá por lo tanto estrañarse el que con tanta frecuencia hagamos referencia á muchos autores, cuyas citas hacemos con toda religiosidad, indicando al mismo tiempo el orígen de donde estos han tomado los datos: sobre cuyo punto insistimos, para que si se nota alguna omision en este particular, se entienda que es hija de un olvido absolutamente involuntario por nuestra parte.

A pesar del cuidado que hemos puesto en la redaccion de nuestro trabajo, no tenemos la pretension de creerle á cubierto de todo motivo de crítica. Nuestro deber es acojer las que de buena fé se nos dirijan,

y las aprovecharemos con avidez, si correspondiendo el éxito á nuestras esperanzas, nos viésemos mas adelante en la necesidad de hacer una nueva edicion de nuestro *Tratado práctico de análisis química de aguas minerales*.

O. HENRY, PADRE.

TRATADO PRÁCTICO

DE ANALISIS QUIMICA

DE LAS

AGUAS MINERALES

POTABLES Y ECONÓMICAS.

INTRODUCCION.

DEL AGUA EN LA NATURALEZA: DE SUS DIVERSOS ESTADOS: SU PUREZA RELATIVA: SU COMPOSICION QUÍMICA: SUS INFLUENCIAS EN SU APLICACION Á LOS USOS DOMÉSTICOS, ECONÓMICOS, HIGIÉNICOS Y MÉDICOS: DE LAS AGUAS MINERALES PROPIAMENTE TALES.

El agua jamás se halla *absolutamente pura* en la naturaleza; bien sea que se nos presente en forma sólida, hielo ó nieve, ó bien liquida ó en vapor, lluvia, niebla; formando al brotar del terreno, ó al correr por la superficie del globo, los rios, los arroyos y aun los mares; siempre contiene proporciones mas ó menos considerables de sustancias ya fijas, ya gaseosas, tomadas de los terrenos que atraviesan, de las profundidades de la tierra, ó de la atmósfera en la que se han formado espontáneamente. El agua no es *pura* sino despues de destilada *bajo condiciones convenientes*, ó mejor aun, cuando se obtiene artificialmente combinando dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxigeno mediante la influencia de la electricidad.

En el primer caso el agua está mas ó menos cargada de sustancias estrañas, encontrándose aguas que solo contienen algunos miligramos de ellas por litro, al paso que otras encierran muchas gramos. Estas materias disueltas en las aguas, varian tambien en cuanto á su naturaleza: y de aqui la diversa influencia que puede ejercer su uso ya doméstico y económico, ya principalmente médico. Asi es que el agua puede ser á propósito ó no para beber, para cocer las legumbres, para el blanqueo de lienzo, ó solamente servir como agente en la fabricacion de ciertos productos; ó ventajosa para el alivio y curacion de afecciones morbosas, ó ya por último no puede utilizarse sino como fuerza motriz.

Las grandes diferencias que se notan en las propiedades de las aguas, provienen de la infinita variedad de compuestos que se encuentran en ellas por lo que ha habido necesidad de distinguirlas en *potables*, *económicas* y *medicinales*.

En nuestra obra nos ocuparemos casi especialmente del agua como *agente médico;* y solo en un capitulo particular al fin de ella estudiaremos las aguas *potables*, *económicas* y demás. Vamos, pues, á tratar ahora del agua bajo el primer concepto.

Del agua considerada como agente terapéutico.

Si es verdad que el agua siempre está como hemos dicho arriba, mas ó menos mineralizada en la naturaleza; no lo es menos que desde una época muy remota viene la costumbre de llamar *aguas minerales* á las que ó bien por su naturaleza de algunos de sus ingredientes, ó bien por el conjunto de estos pueden ejercer sobre la economia animal una accion enteramente especial capáz de producir la curacion ó el alivio de ciertas dolencias: podria muy bien denominárselas *aguas medicinales* : pero conservaremos el nombre de *minerales* en gracia de la mas fácil inteligencia y para evitar toda confusion.

Llámanse asi las aguas que brotando de las entrañas de la tierra á mayor ó menor profundidad, arrastran consigo sustancias que pueden tener una influencia medicamentosa capáz de producir con frecuencia efectos muy saludables en las diferentes enfermedades que atacan al hombre.

Diseminadas sobre la redondez de la tierra por la Providencia con una especie de paternal prodigalidad, no parece sino que han sido concedidas ya al hombre, ya á los animales como medios curativos naturales para combatir los males que los asedian. No hay, pues, porque admirarse de que en muchas épocas hayan sido empleadas instintivamente con este objeto. En la antigüedad hasta han sido objeto de un verdadero culto, y dedicadas ó consagradas á divinidades protectoras, como lo prueban los restos de templos y monumentos erigidos á la inmediacion de muchas fuentes medicinales (1).

Los griegos conocian las aguas minerales, y ya en aquel tiempo atribuian sus propiedades á las sustancias que tienen en disolucion. En las obras de Aristóteles se halla un trabajo completo sobre las aguas minerales y cita como ejemplos de ellas los manantiales acidulos de la Sicilia y las fuentes amargas de la Escitia (2).

La influencia que ejercen sobre el punto de ebulicion de un agua las sales disueltas en ella ya se conocia en esta época, y era sabido que las aguas mas cargadas hierven con mas lentitud. (3)

Los romanos fueron los que usaron mas las aguas: asi es que lo mismo en Francia que en algunos paises vecinos, casi todos los manantiales que conocemos conservan todavia vestigios, restos gigantescos de importantes monumentos destinados particularmente á los baños de que tan frecuente uso hacia aquel gran pueblo. Todos los dias las escavaciones que se practican en los establecimientos termales ponen de manifiesto grandes piscinas, bañeras, estatuas votivas y diferentes utensilios de origen romano. Posteriormente la barbarie echó por tierra estos edificios, y el tiempo ha ido haciendo desaparecer la mayor parte de ellos. Hácia los siglos XV y XVI, Francia hizo renacer de nuevo el uso de las aguas minerales: Enrique IV, Luis XIII, Luis XIV, Luis XV y Luis XVI fijaron la atencion en ellas encargando á las primeras corporaciones cientificas del reino que las estudiasen; confiando á diferentes médicos la direccion de varias aguas que gozaban cierta fama; y por último construyendo establecimiento especiales, de los que existe en el dia la mayor parte.

En la época de nuestras grandes disensiones civiles y aun durante el imperio cuando la Francia estaba ocupada en guerras lejanas, perdieron

(1) En España podemos citar entre otras las aguas minerales de Alange, donde aun se conserva una inscripcion que manifiesta haber sido dedicadas á la diosa Juno por un personage romano, en reconocimiento de haber sanado con su uso una hija suya. (*Nota del traductor.*)

(1) Aristot. Meteorologia, lib. II, 2.ª sect. 17.

(2) Opera Hippocr. et Galen. Paris, 1679, in fol.

mucha de su importancia las aguas minerales: á lo que tambien contribuyó, fuerza es confesarlo, la exageracion de la eficacia de sus virtudes que dió margen primero á la duda y despues á la incredulidad. Hasta los primeros años de la Restauracion no se emprendió su exámen con empeño. Una ley especial para el régimen de los establecimientos termales determinó las funciones devueltas á sus médicos inspectores, y las formalidades que se exijen á los propietarios para obtener la autorizacion de esplotar *bajo el punto de vista médico* esta ó la otra agua descubierta.

A la Academia de medicina sobre todo se señaló entre sus atribuciones especiales la de hacer analizar las aguas que le remitiesen con el certificado legal de su autenticidad, y de examinar las memorias que deben escribir anualmente los médicos inspectores de baños á fin de formar las estadisticas oportunas para especificar cada agua y fijar su verdadera importancia. Finalmente por espacio de bastantes años estuvo encargado oficialmente un químico (M. Longchamps) de analizar sobre el terreno las aguas mas célebres, cuyo examen no se habia practicado hacia mucho tiempo, con objeto de determinar si los manantiales habian esperimentado notables alteraciones en su composicion, temperatura, volumen etc. Desde esta época no ha decaido el interés de las aguas, y el gobierno ha continuado dispensándoles su protectora solicitud: y aun cuando por circunstancias particulares se ha suprimido la plaza de químico inspector, utilisima á nuestro entender; se han destinado comisiones á diferentes establecimientos, y además en el laboratorio de la Academia de medicina se han hecho á nombre de la comision permanente de aguas minerales muchas y repetidas análisis de ellas. En el dia ha crecido considerablemente el interés por parte del gobierno y de todo el cuerpo médico: no cabiendo ya la menor duda acerca de la accion incontestable y con frecuencia especial de determinadas aguas, ni refiriéndose unicamente su benéfica influencia á las distracciones que proporciona al paciente el viaje, al cambio de género de vida ó á los placeres que se gozan en algunos establecimientos termales. Además como riqueza territorial sostienen paises enteros: y contrayéndonos á Francia tan ricamente dotada de fuentes minerales producen una renta de muchos millones. (1)

Desempeñando el ministerio de agricultura y comercio en 1851 M. Dumas, que tan hábilmente sabia apreciar todo lo que puede contribuir al bien estar del pais y al progreso de la ciencia, nombró una comision especial (2) para redactar bajo el titulo de *Anuario de las aguas de Francia* una obra que abrazase todo lo que hace referencia á las aguas *potables, económicas y medicinales* de nuestro suelo: y abundando en el mismo pensamiento la Academia de medicina estableció á titulo de emulacion medallas de honor para premiar los trabajos químicos ó médicos que contribuyan á poner en claro la composicion de las aguas y sus propiedades. (3)

Es sensible que no exista una triple asociacion de un médico inspector general, un químico y un ingeniero especial de minas para examinar todos los años los manantiales sobre el terreno á fin de llegar en lo posible al conocimiento de lo que hoy falta saber acerca de la naturaleza química de las aguas y sus variaciones posibles, facilitando asi el dar á las obras proyec-

(1) Patissier, *Rapport sur les etablissements thermaux en* 1851—52 *in Memoires de l' Academie imperial de medicine*, 1854, t. XVIII, p. 535. Melier, *Discours de rentrée de la societe d'hydrologie medicale de Paris* (1856—57), in Annales, t. III, p. 15.

(2) Esta comision, formada de individuos de las Academias de ciencias y de medicina y de la Sociedad de agricultura, se componia de Mr. Hericart de Thury, miembro del instituto, presidente: Orfila, de la Academia de medicina, vice-presidente: Becquerel, del Instituto: Bouchardat de la sociedad central de agricultura: Boutron de la Academia de medicina: Chevallier, id.: Dubois d' Amiens, id.: Ossian Henry, id.: Milne Edwards, del Instituto: Payen, del Instituto y de la Sociedad de agricultura: Patissier, de la Academia de medicina: y Ch. Sainte-Claire Deville, secretario.

(3) En España hace años se nombró tambien una comision para escribir un *Manual de aguas*, pero cesó en fin de 1857 sin que se hayan publicado sus trabajos. (*N. del traductor.*)

tadas en los establecimientos la mas ventajosa direccion para el aprovechamiento, conservacion y aumento del caudal de sus aguas. Esperamos que no dejarán de ser oidos nuestros votos y que S. M. el Emperador tan celoso de todo lo que dice relacion con la gloria y los intereses de la Francia comprenderá en su benévola sabiduria, segun pareció manifestarlo el año anterior en Plombieres, la conveniencia de dar á las aguas minerales la importancia que se merecen, ya como agentes terapéuticos, ya como riqueza territorial.

CAPITULO I.

De la mineralizacion de las aguas: diversas sustancias mineralizadoras: concomitancias: clasificacion de las aguas minerales en generos y en especies.

Segun dejamos dicho, las aguas que constituyen las fuentes minerales brotan en la superficie del terreno viniendo de profundidades mas ó menos grandes, y despues de atravesar las capas de diversa naturaleza que constituyen la corteza del globo terrestre. A su paso estas aguas, que ya suelen venir muchas veces cargadas de principios suministrados por las materias que existen en fusion en el centro de la tierra, á favor de su propiedad disolvente y de ciertos agentes tales como la temperatura, la presion ó la presencia de ácidos particulares, v. g. el carbónico, se carga mas ó menos de las sustancias con quienes se halla en contacto. Los antiguos comprendian perfectamente este hecho, puesto que Hipócrates habla de aguas salutiferas que contienen cobre, plata, oro y azúfre. Vitrubio atribuia igualmente propiedades enérgicas á las aguas termales despues de pasar por minas de hierro, de cobre, de mercurio y de plomo. (1) A veces estas sustancias no preexisten en el estado en que se encuentran en las capas terrestres, pues que solo son el producto de reacciones secundarias que se verifican entre ellas. Si bien el número de las sustancias *dominantes* en las aguas es corto y guarda relacion con el de los elementos poco variados tambien de las rocas que las constituyen en general, las rocas interpuestas entre si presentan filones en los que se observa una prodigiosa cantidad de diversas sustancias. Asi vemos al lado de elementos principales comunes en las aguas otra multitud de variados compuestos; y casi puede decirse que *todo está en todo*. A esta circunstancia es debido el que mediante una exacta análisis, practicada por procedimientos muy minuciosos y operando sobre considerables cantidades de agua, se descubran una infinidad de cuerpos. En efecto, encontramos principalmente como sustancias habituales los *carbonatos calizo y magnesiano, sílice ó silicatos, alúmina, hierro*, algunos *cloruros*, con especialidad los de *sódio y de magnesio*, sulfatos de cal, de sosa, de magnesia y materias orgánicas producidas por el humus; pero si tratamos de enumerar todas las demás sustancias halladas hasta el dia en las aguas minerales, tendremos.

Sustancias indiferentes á los reactivos.

Volátiles. . . { Gas azoe. / Gas oxígeno y aire atmosférico. / Hidrógeno carbonado. / Gas amoniaco.

(1) Vitruvio, Arquitectura, lib. VIII, cap. 5.

Sustancias ácidas: (1)

Acidos. . . .	Carbónico, sulfúrico, sulfuroso, sulfídrico, clorídrico, fosfórico, bórico, silícico ó sílice, ¿selénico? azoótico, crénico, apocrénico, geico, ¿melítico? ¿acético?

Sustancias salinas.

Carbonatos. .	De cal, de magnesia, de sosa, de potasa, de hierro, de manganeso, de estronciana, de litina y de amoniaco.
Bicarbonatos y sesquicarbonatos.	De cal, de magnesia, de sosa, de potasa, de hierro, de manganeso, de cobalto, de níquel, de amoniaco, de estronciana, ¿de cobre? y de litina.
Sulfatos. . . .	De cal, de magnesia, de alumina, de alúmina y potasa, de amoniaco, de hierro, de proto y sesquióxido de manganeso, de estronciana y de cobre.
Fosfatos. . . .	De cal, de alúmina y ¿de itria?
Sulfitos. . . .	De cal, de sosa, de magnesia y de potasa.
Hiposulfitos. .	De cal, de sosa, de magnesia y de potasa.
Boratos. . . .	De cal y de sosa.
Silicatos. . . .	De potasa, de sosa, de cal, de alúmina, ¿de hierro? ¿de itria? de glucina, de circona? y de litina.
Azoatos. . . .	De potasa, de sosa, de cal y de magnesia.
Arseniatos. . .	De sosa, de cal, de hierro y de manganeso.
Arsenitos. . .	De sosa, ¿de cal? ¿de hierro?
Acetatos. . . .	De potasa.
Melitatos . . .	?

Sales haloideas y sulfosales.

Sulfuros. . . .	De calcio, de sodio, de potasio, de magnesio, de hierro, de manganeso y de arsénico.
Arseniuros . .	De hierro, de níquel y ¿de cobalto?
Cloruros. . . .	De calcio, de manganeso, de sodio, de potasio, de litio, de amonío y de glucinio.
Bromuros. . .	De calcio, de magnesio, de sodio y de potasio.
Yoduros. . . .	De calcio, de magnesio, de potasio, de sodio, de hierro y de manganeso.
Seleniuros. . .	?

Sustancias orgánicas.

Betun, petróleo, confervas, animales infusorios.
Materia orgánica del humus.

Sustancias indicadas, pero dudosas aun.

Acido titánico, tungsteno, tántalo, molibdeno, cerio, ¿istria?, estaño, plata, ácido melítico.

(1) No hacemos mencion de las sustanctas básicas porque se encuentran siempre en las aguas en estado de sales.

Al lado de tan diversas sustancias indicamos nosotros los ácidos *butírico*, *propiónico*, *acético* y *fórmico*, reconocidos recientemente por Scherer (1) en el agua acídula feruginosa de Brukenau (Baviera).

Entre el gran número de sustancias que mineralizan las aguas en general, hay muchas que con frecuencia se encuentran *asociadas*, de tal modo que la presencia de la una puede conducir á preveer la de la otra: á esto es á lo que llamamos *concomitancias*.

Asi, cuando un agua contiene *carbonato de cal*, como por lo comun sucede, se puede sospechar que tendrá tambien *carbonato de magnesia*, y viceversa, en proporciones relativas, aunque sin embargo muy variadas. Al lado del *sulfato de cal* casi siempre se hallan los de *magnesia* y de *sosa*, y á veces el de *estronciana*: en las aguas cargadas de *cloruro de sodio* se encontrarán los de *magnesio y de calcio*, los *sulfatos de sosa y de magnesia*, y tambien *bromuros y yoduros alcalinos*, como igualmente *sales de potasa* (*cloruro y sulfato*). Las sales de hierro por lo comun van acompañadas de *manganeso*, algunas veces de *cobre*, y aun con frecuencia de *arsenico*: las sulfurosas compuestas de *sulfuro cálcico* contendrán *sulfatos de cal, de sosa y de magnesia* como tambien *silicatos y carbonatos térreos*: en cuanto á las sulfurosas que manan de los terrenos primitivos, y cuyos *sulfuros* son de base *de sosa y de potasa*, se encontrarán en ellas *cloruros de sodio y de potasio*, *sulfato de sosa* y *sílice ó silicatos alcalinos*. El *ácido silícico* en gran proporcion en un agua da lugar á sospechar la presencia de la *sosa* ó de la *potasa* en estado de combinacion: de la existencia de un gran esceso de *ácido carbónico* libre podemos deducir con certeza la de los *bicarbonatos de sosa*, *de potasa*, *de magnesia*, *de cal* y á veces *de hierro*, y tambien la de *fosfatos y silicatos*. Finalmente, de la presencia de esta ó aquella sustancia es de inferir la de tal otra á su lado y la probabilidad de encontrarla. Estas indicaciones son de gran utilidad para el químico que analiza un agua, siendo un testimonio de la verdad de cuanto acabamos de decir, la naturaleza química de muchas aguas minerales. Hay mas, y de ello aduciremos pruebas en lo sucesivo: descubierta una sustancia, contribuye á apoyar las probabilidades de aquella ó de la otra formacion de aguas minerales. Añádase á esto que lo mismo sucede respecto de algunos otros principios fijos ó gaseosos. Las *aguas ferruginosas* contienen casi siempre cierta proporcion de materia orgánica que parece hacer el papel de ácido relativamente al hierro, y presenta los caracteres de lo que se ha convenido en denominar *ácidos crénico y apocrénico*: *el ácido sulfídrico*, *libre ó combinado*, está siempre mezclado con *azoe*, acompañado ó no de *indicios de oxígeno y de ácido carbónico*. Por estos ejemplos se ve que es muy comun la *concomitancia* de ciertas sustancias en las aguas, y que tiene la mayor importancia en las investigaciones analíticas. Para terminar este punto, diremos que respecto de algunos principios muy raros, y aun de existencia mas ó menos dudosa en las aguas, como el estaño, el ácido titánico, el niquel, el cobalto, la circona, etc., solo podemos suponerlos, por lo que hasta el dia se sabe en las *aguas cargadas* de hierro.

CLASIFICACION DE LAS AGUAS MINERALES.

Es bien sabido que las aguas minerales contienen cierto número de elementos que se reconocen en casi todas ellas; pero á veces están en proporciones tan pequeñas, que no es posible admitir que comuniquen al agua propiedades muy *especiales*. No sucede lo mismo respecto de otras que obran realmente por estos principios, ó bien porque *sus proporciones son relativamente altas*, ó porque su accion sobre la economía animal está dotada de

(1) Journ. de pharm. et de chim., 3.ª serie, 1852, t. XXI, p. 122.

una actividad y especialidad que descuella en medio de todos los demás principios concomitantes. En estos dos casos participan las aguas de las propiedades de estas distintas materias, y ofrecen entonces *caracteres especiales*, hablando *química y médicamente*. En suma, la calidad y caracteres distintivos de un agua mineral cualquiera pueden ser debidos á tal sustancia preponderante en cantidad, ó á otra que, aunque en corta proporcion, está dotada de virtudes muy enérgicas. En uno y otro caso los demás elementos cooperarán como adyuvantes ó como correctivos.

Como ejemplos de lo que decimos, podemos indicar: 1.° aguas muy ricas en *cloruros de sodio y de magnesio*, como la del mar y las de algunos manantiales salados que poseen en primera línea las propiedades y caracteres dominantes de estas sales, aunque las acompañen sulfatos, carbonatos, silicatos, etc.; 2.° las aguas *sulfurosas ó sulfuradas*, á las que imprime sus caracteres especiales el elemento capital, *ácido sulfídrico libre, ó sulfuro*, aun cuando su proporcion sea muy inferior relativamente á los demás principios concomitantes; 3.° lo mismo decimos de las aguas *ferruginosas*, *bromadas*, *yodadas*, que parecen deber sus virtudes especiales á sus elementos *ferruginosos*, *yodados ó bromados*, que siempre están en pequeña proporcion relativamente á las otras sales. Este modo de ser de las aguas permite poderlas agrupar en *géneros* particulares, formando una verdadera clasificacion.

La cuestion de clasificacion de las aguas minerales es, sin contradiccion, una de las que en todo tiempo han llamado mas fuertemente la atencion de los hidrólogos. Unos, refiriéndose á las leyes que enseña la hidrologia, han hecho clasificaciones en las que la naturaleza de los terrenos que atraviesan las aguas es el punto mas importante de la cuestion, ya por razon de la temperatura de los manantiales, ya por las sustancias minerales disueltas en ellas. Otros, estudiando los resultados obtenidos por la análisis, han clasificado las aguas simplemente por las sustancias químicas que contienen; y otros, por fin, examinando las aguas solo bajo el punto de vista de sus propiedades curativas, han procurado agruparlas segun su virtud específica contra esta ó la otra afeccion. Tenemos, pues, tres especies de clasificaciones: *geológica*, *química* y *terapéutica*.

No entraremos en la cuestion de cuál es la mejor de las tres; todas ellas ofrecen ventajas, segun el punto de vista bajo el que se mire tan importante objeto: en una obra como esta creemos que la única conveniente es la clasificacion química; por lo que propondremos una, con la que daremos fin al capítulo.

Pero antes parece que es deber nuestro hacer mencion de las diferentes clasificaciones publicadas hasta el dia, y de los puntos mas notables que las caracterizan.

Todos los autores que han estudiado las aguas minerales desde la mas remota antigüedad, las han dividido en *termales* y *frias*; division que indica cuán fuertemente habian llamado la atencion de los observadores los resultados terapéuticos del uso de las mismas. Las sustancias descubiertas en ellas por la análisis química, aun en su infancia en tan remotas épocas, obligaron á hacer algunas subdivisiones: asi es que, segun Plinio (1), las aguas minerales eran *sulfurosas*, *aluminosas*, *salinas*, *bituminosas* y *ácidas*: Vitruvio (2) divide las aguas termales en *sulfurosas*, *aluminosas y bituminosas*.

Esta especie de nomenclatura subsistió por largo tiempo: en la edad media apenas sufrió alteracion, y solo en el siglo XVIII fué cuando realmente se pensó con seriedad en ella. Raulin (3), considerando todas las aguas ter-

(1) Plin.; *Hist. natur.*, lib. XXXI, c. 2.
(2) Vitruv.; *Architect.*, lib. VIII, c. 3.
(3) Raulin.; *Trait. analit. des eaux minér. en général.* Paris, 1772, t. I, p. 18.

males como *sulfurosas* y las frias como *acídulas*, las repartia en dos clases, con las subdivisiones indicadas en el cuadro siguiente :

Aguas minerales { termales ..... sulfurosas.
frias acídulas. { marciales. / nitrosas. / salinas. / de sabor agrio.

Duchanoy, en su *Ensayo sobre el arte de imitar las aguas minerales* (1), hizo un gran número de clases; admitió diez, que vamos á indicar con ejemplos para cada género.

1.° Aguas gaseosas frias. .		Seltz, Saint-Myon, Chateldon, Sail, Medagne, Saint-Galmier, Sultzmatt, Vals.
2.° Aguas alcalinas. . . .		
3.° Aguas térreas.		
4.° Aguas ferruginosas . .	salinas . . gaseosas . .	Busang, Spa, Pyrmont.
	salinas . . vitriólicas .	Forges, Aumale, Condé, Provins, Passy.
	salinas . . no gaseosas	
	no salinas	
5.° Aguas salinas.		Seidlitz, Seidzchut, Epsom, Balaruc, Bourbonne, La Mothe.
6.° Ag. termales gaseosas		Mont-Doré, Vichy, Chatel-Guyon
7.° Ag. termales simples .		Bagneres-de-Bigorre, Dax, Ax, Ferriere, Bagnols, Bourbon-Lancy.
8.° Aguas jabonosas . . .		Plombieres, Luxeuil, Neris, Aix-en-Provence.
9.° Aguas sulfurosas . . .	propiamente dichas. . .	Bareges, Bagneres de Louchon, Cauterets, Bonnes, Aix-la-Chapelle.
	marciales. .	Cransac, Chateau-Tierry, Verduzan.
10.° Aguas bituminosas. .		Gabian, Mont-Zibio, Puig de la Peige (Auvergne).

Este autor habia comprendido tan bien la utilidad de las subdivisiones en una clasificacion de esta especie, que en el prefacio de su libro se espresa de esta manera : «No todas las aguas de una misma clase se parecen ; hay, por ejemplo, tan gran número de especies de aguas marciales, como maneras en que puede estar disuelto el hierro en el agua ; lo mismo debemos decir de las aguas alcalinas, sulfurosas, salinas, etc.»

Asi es que en este cuadro vemos las aguas ferruginosas divididas en no salinas y salinas. En las primeras se suponia el hierro simplemente disuelto en el agua, sin intermedio alguno (Monnet).

Las seis primeras clases debian, segun Duchanoy, toda su energia al gas que contienen : este gas era su principio mineralizador; de modo que, abandonadas á sí mismas ó espuestas á la accion del calor, no tardaban en perder á la vez este principio volátil y todas sus virtudes.

Observamos además la sétima clase, formada de aguas termales simples que no deben su energía sino á la temperatura, y á las cuales Leroy, á ejemplo de Plinio, y posteriormente Hoffmann, llamaban *aguas no minerales*.

Estudiando con cuidado esta clasificacion, se deja comprender fácilmente que nuestras ideas actuales se aproximan mucho á las emitidas ya en aquella época, y que nuestro modo de ver no es tan diferente como podria sospecharse á primera vista.

Aparecieron despues las obras de Fourcroy, de Bouillon-Lagrange, de Albert, de Bidot y de muchos sabios franceses y estranjeros, Kælreuter, Kirscleger, etc., en cuyas diversas producciones se hace mencion de clasifica-

(1) Duchanoy ; *Essai sur l'art d'imiter les eaux minérales*. Paris, 1780, en 12.°

ciones fundadas generalmente en la presencia de tales ó cuales principios descubiertos por la análisis. Tales clasificaciones no se distinguen entre sí mas que por el número de subdivisiones adoptadas por sus autores, de los que unos erigieron en clases lo que otros colocaron en géneros.

Bouillon-Lagrange (1) habia hecho cuatro clases: aguas gaseosas ó acídulas, salinas, sulfurosas, ferruginosas.

Se acababa de descubrir el yodo, en 1826, en ciertas aguas del Piamonte (Angelini, Cantú), y Alibert (2) añadió, bajo el nombre de aguas yoduradas, una clase quinta á las propuestas por su predecesor.

Pero no eran estas las únicas clasificaciones usadas: muchos químicos distinguidos, trataron de reconocer por los principios encontrados en las aguas la naturaleza de los terrenos en los que se originaban y se esforzaron por demostrar la correlacion que existe entre estos dos órdenes de hechos. Bien se deja comprender que nos referimos á las clasificaciones zoológicas de MM. Chevreul y Brogniart. Vamos á referir sucintamente los resultados á que los condujeron sus bien entendidas investigaciones.

Hemos tratado de presentar en un cuadro los resultados obtenidos por M. Chevreul, del modo siguiente:

CLASIFICACION DE M. CHEVREUL.

Terrenos en que se originan las aguas.	Principios mineralizadores descubiertos por la análisis.	Temperatura del agua en su punto de emersion.
Terrenos primitivos.	Hidrógeno sulfurado.	20 á 90°
	Acido carbónico libre	
	Sales de base de sosa	
	Sales de base de cal en corta cantidad, esceptuando el carbonato	
	Sílice.	
Terrenos de sedimentos inferiores y medios.	Sulfato de cal (siempre) . . .	17 á 67°
	Algunas sales de sosa	
	Hidrógeno sulfurado	
	Acido carbónico libre	
Terrenos de sedimentos superiores.	Carbonato de cal.	Frias.
	Sulfato de cal	
	Sulfato de magnesia	
	Sulfato de hierro	
	Carbonato de hierro.	
Terrenos de pórfido, traquites, basalto	Acido carbónico libre	30 á 96°
	Hidrógeno sulfurado libre	
	Sales de cal	
	Sales de sosa	
Terrenos volcánicos.	Acido carbónico libre	43 á 100°
	Hidrógeno sulfurado	
	Carbonato de sosa	
	Carbonato de cal	
	Sílice.	

(1) Bouillon-Lagrange; *Essai sur les eaux minérales naturelles et artificielles.* Paris, 1811, en 8.°

(2) Alibert; *Precis historiques des eaux minérales les plus usités en médecine.* Paris, 1826, en 8.°

Por el exámen de este cuadro se vé que las aguas que proceden de terrenos primitivos son todas sulfurosas y termales, que ademas existe una gran analogía entre ellas, y las de la 4.ª y 5.ª clase que emanan de los pórfidos, basaltos y terrenos volcánicos.

El mismo M. Chevreul, cree que los manantiales sulfurosos pertenecen á sistemas volcánicos en plena actividad y que las aguas gaseosas no son mas que el último grado de la elaboracion de los mismos fuegos subterráneos. Las aguas frias que salen de los terrenos de sedimento superior son las mas numerosas.

La clasificacion de Alex. Brongniart que publicó en un escelente artículo del *Diccionario de ciencias naturales* (1) presenta muchos puntos de analogía con la de M. Chevreul, principalmente en lo relativo á los principios químicos reconocidos en las mismas especies de aguas; solo que divide los terrenos en mayor número de capas.

Atribuye la emersion de las aguas á las siete especies de terrenos siguientes:

1.ª Terrenos cristalizados inferiores (primitivos).
2.ª Terrenos medio cristalizados y medio compactos que encierran la mayor parte de los terrenos de transicion.
3.ª Terrenos de sedimento inferior.
4.ª Terrenos de sedimento medio.
5.ª Terrenos de sedimento superior.
6.ª Terrenos de pórfido, traquites, basalto.
7.ª Terrenos volcánicos.

M. Brogniart presentó los resultados obtenidos, en un cuadro dividido del modo siguiente:

Nombre, posicion geográfica y observaciones geognósticas.	Principios dominantes en la composicion.	Temperatura en el centígrado.

En él puso á la vista, no solo las aguas minerales francesas sino tambien las de los principales paises de Europa.

Partiendo de este notable trabajo sacó las consecuencias siguientes: «Las materias disueltas en las aguas minerales no tienen muchas veces la menor relacion con las ácidas ó salinas y aun térreas que entran en la composicion de las rocas que atraviesan: esta observacion aplicable, principalmente á las aguas de los terrenos primordiales parece ser una primera indicacion de que las aguas minerales se originan ó proceden de otra parte, que de estos terrenos.»

«Las aguas de los terrenos de sedimentos, parecen por el contrario, originarse en ellos porque encierran en su composicion los principales elementos de los mismos.»

«La única agua de la conca cretácea de la Francia y de la Inglaterra que al parecer es una escepcion de esta regla, es el agua sulfurosa de Enghien, pero se advierte en el cuadro, que nace al pie del estanque de este nombre, al nivel de las capas de yeso atravesadas y acaso descompuestas en parte por las aguas de este estanque, que están cargadas de materias orgánicas apropósito

(1) *Dictionaire de sciencies naturelles.*—Paris 1819, t. XIV, p. 11.

para operar esta descomposicion, como se observa siempre que el yeso permanece largo tiempo en contacto con materias animales y vegetales.»

En cuanto á las inducciones que se pueden sacar relativamente á la temperatura, añade M. Brongniart:

1.° «Las aguas de los terrenos primordiales son casi todas termales, y gozan de una alta temperatura.»

2.° «Las aguas de los terrenos de sedimento tanto inferiores como medios, participan de las propiedades de las aguas inferiores y no hay razon ninguna que nos indique si muchas de estas aguas minerales que salen de estos terrenos, vienen primitivamente de debajo de los terrenos primordiales. Se deja conocer que en este caso su largo trayecto y las rocas porque han atravesado han podido modificar su naturaleza, y sobre todo, hacer bajar su temperatura.»

3.° «Las aguas minerales de los terrenos de sedimento superiores, están tambien caracterizadas como las de los terrenos primordiales colocadas á la otra estremidad de la série.»

4.° «Todas tienen la temperatura media del punto de donde brotan, y son las que se llaman *frias* en oposicion á las aguas termales.»

5.° «Por último los terrenos de traquites y los volcánicos, tanto antiguos como modernos, terrenos que muchos geólogos consideran al presente como salidos de debajo de los granitos presentan en efecto con frecuencia, en sus aguas minerales, iguales circunstancias de temperatura y composicion que las que hemos hecho observar en las aguas que salen de los granitos ó de otras rocas primordiales.»

M. Osann (1) que ha publicado interesantes escritos sobre muchas aguas minerales de Prusia y Alemania; divide tambien las aguas minerales segun la profundidad mayor ó menor del terreno de donde salen. Con este motivo daremos cuenta de una ingeniosa clasificacion todavía inédita y que su autor M. Walferdin ha tenido la deferencia de comunicarnos.

Esta clasificacion se funda en los datos que nos ofrecen á la vez el estudio geológico de los terrenos y el de la temperatura. Partiendo pues del hecho de que cuanto mas se profundice en la tierra tanto mas se aumenta la temperatura divide M. Walferdin los manantiales en tres clases:

1.° Las *aguas termo-minerales propiamente dichas*, que salen con una temperatura *superior* á la temperatura *media*.

2.° Las *meso-termo-minerales*, que tienen una temperatura sensiblemente igual á la temperatura media ó á la de esta capa terrestre.

3.° Las aguas *hipo-termo-minerales* que son muy raras, y cuya temperatura es inferior á la media del terreno.

Segun estas consideraciones M. Walferdin cree que basta tener la indicacion de la temperatura de una agua para saber de seguro si toma sus principios mineralizadores de los terrenos superiores á la zona correspondiente á la temperatura media del sitio en donde se la ve salir. Asi segun él la composicion química de toda agua hipo ó meso-termo-mineral no puede buscarse en las capas de terreno superiores á las de la temperatura media, al paso que respecto de las aguas termo-minerales propiamente dichas, deberán investigarse en las capas profundas donde penetran tambien las aguas que han atravesado las capas superiores; tomando siempre por guia la relacion entre la temperatura y la profundidad á que corresponde en los terrenos en estado normal, sin buscar debajo de estos los principios mineralizadores que contienen las aguas termo-minerales (2).

(1) Osann; *Histoire phisico-medical des sources minerales connues des principales contrees de l, Europe.*—Berlin 1523, un vól, en 8.°

(2) Debe entenderse que estos datos no son aplicables sino á los terrenos en estado normal, por ejemplo, á los de sedimento y en los cuales no tiene lugar nigun fenómeno químico, mecánico, físico ó eléctrico como las descomposiciones bajo la influencia de agentes reductores, erupciones volcánicas, etc

Diremos ademas tocante á las clasificaciones geológicas, que se ha propuesto tambien colocar las aguas en grupos correspondientes á las regiones, geográficas de tal ó cual pais; pero esta clasificacion nos parece importante, principalmente bajo el punto de vista de las relaciones de la hidrologia con el comercio, la industria y las cuestiones de economía política con quienes se roza: no nos estenderemos mas en esto y pasaremos á las clasificaciones fundadas en los resultados que la medicina ha podido obtener del uso de estas aguas minerales.

Las clasificaciones terapéuticas se fundan ya sobre la accion del principio dominante, hierro, azufre, ácido carbónico, etc., ya sobre la termalidad asociada en lo posible á la composicion química. Un autor aleman Kreysig (1) dividia las aguas en tres clases *fortificantes* ó *tónicas*, como las de Spa, Pyrmont: las *alterantes* ó *correctivas*, como las de Carlsbad, Ems, Marienbad y en fin las *mistas*, entre las que pueden colocarse las de Egra.

Los autores del *Anuario de las aguas de Francia*, proponen dividirlas en:

1.°	Aguas acidulas alcalinas. . . .	Termales. Frias.
2.°	Aguas calizas ó acidulas simples..	Todas frias.
3.°	Aguas ferruginosas.	Termales. Frias.
4.°	Aguas sulfurosas ó mas bien sulradas.	Termales. Frias.
5.°	Aguas salinas sulfatadas. . . .	Termales. Frias.
6.°	Aguas salinas cloruradas. . . .	Termales. Frias.

A estas aguas creemos que podria agregarse una séptima clase formada por las aguas salinas *yodo-bromuradas* tan enérgicas en su accion; bastaria citar como ejemplo la de Saxon en Suiza la mas rica en yodo que se conoce, y que no se ha mencionado en el Anuario, primero porque en la época de su publicacion habia pocos datos sobre ella, y ademas porque no formaba parte del territorio francés.

Nuestro respetable colega el doctor M. Patissier (2) acaba de proponer una clasificacion fundada mas bien en la accion fisiológica que ejercen las aguas minerales sobre la economía, que no sobre su composicion química.

Segun él, las aguas se dividen en dos grandes clases:

1.° Aguas *hyperstenizantes* recomendadas en las afecciones *atónicas tórpidas* é indolentes de la economía.

2.° Aguas *hypostenizantes* que convienen en las afecciones *sub-agudas*, eréticas de los sistemas nervioso, sanguíneo, linfático, muscular ó cutáneo.

En esta clasificacion las aguas se han agrupado por órden alfabético y dispuesto en un cuadro formado de tres columnas que indican:

El nombre de las estaciones minerales.	Su indicacion química.	La temperatura.

(1) Kreysig; *De l'usage des eaux minerales de Carlsbad*. Ems, trad. del aleman, Paris 1829.
(2) *Revue medicale*. XXXVII año, 1857, p. 449.

Para terminar diremos cuatro palabras sobre las últimas clasificaciones químicas que se han propuesto y espondremos por último la nuestra.

M. Chenu (1) en su escelente obra sobre las aguas minerales habia propuesto dividirlas en siete clases como indica el cuadro siguiente. Habia incorporado á las aguas minerales las termales simples, y ademas habia incluido en la clase de aguas *metálicas*, las *cobrizas* y *manganesianas* que sus antepasados habian considerado como anejas á las *ferruginosas*. Finalmente, para él las aguas yoduradas comprendian tambien las yoduradas propiamente dichas y las bromuradas.

CLASES.	GENEROS.	PRINCIPIOS MINERALIZADORES.
1.ª Aguas sulfurosas.	Acídulo-sulfurosas . .	Acido carbónico, hidrógeno sulfurado, azufre y sus compuestos.
	Salino-sulfurosas. . .	Azufre ó sus combinaciones, sales.
	Zoo-sulfurosas	Hidrógeno sulfurado, ¿ázoe?, materia orgánica.
2.ª Aguas salinas. . .	Magnesianas	Sulfato y muriato de magnesia.
	Saladas	Muriato de sosa.
	Alcalinas.	Subcarbonato de sosa, unido con frecuencia con gran cantidad de ácido carbónico.
3.ª Aguas metálicas .	Ferruginosas	Sulfato, carbonato y óxido de hierro.
	Acídulo-ferruginosas.	Hierro en estado de carbonato, disuelto por el ácido carbónico.
	Cobrizas	Sales de cobre; inusitadas, raras.
	Manganesianas	Manganeso: requieren estudio,
4.ª Aguas gaseosas. .	Gaseosas	Gas ácido carbónico libre: sin sales ferruginosas.
5.ª Aguas yoduradas	Yoduradas.	Yodo, sales diversas.
	Bromuradas	Bromo, sales diversas.
6.ª Aguas ácidas. . .	Acidas	Acido no efervescente libre.
7.ª Aguas termales simples.		Caracterizadas solamente por su termalidad, poco diferentes del agua comun por su composicion química.

El *Anuario de las aguas de Francia*, ha propuesto tambien una clasificacion química, partiendo de la naturaleza del ácido, dividiéndolas en:

Aguas *carbonatadas*, aguas *sulfuradas y sulfatadas*, y aguas *cloruradas*,

Siguen las especies indicadas por la naturaleza de las bases. Reproduciremos este cuadro, que aunque satisface el ánimo en gran número de casos, no dá, sin embargo, cabida á muchas aguas sumamente importantes por la presencia de ciertos principios mineralizadores: tales son las aguas *ferruginosas crenatadas*, y las aguas *manganesianas*.

(1) Chenu; *Essai pratique sur l'action therapeutique des eaux minerales*. Paris 1840, p. 241.

CLASIFICACION DE LAS AGUAS MINERALES DE FRANCIA SEGUN EL ELEMENTO QUÍMICO PREDOMINANTE. (*Annuaire des eaux de France*, 1851-1854.)

CLASES	GENEROS	ESPECIES.	TERMALIDAD	REGION DE FRANCIA en que se halla su principal lecho.	EJEMPLOS.
Aguas. Carbonatadas.	De base de sosa. . .		Termales . .	Macizo central . . .	Vichy, Saint-Alban, Chateauneuf.
			Frias.	Macizo central . . .	Vals, Pontgibault, Soutzbach.
	De base térrea.	No ferruginosas	Todas frias.	Todas las regiones, y principalmente las planicies del Norte y del Mediodia y los macizos del NE. y del NO.	Chateldon, Saint-Pardoux, Orezza, Foncaude.
		Ferruginosas. .			
Sulfuradas y sulfatadas.	De base de sosa	Sulfurad. propiamente dichas.	Todas termales. . .	Pirineos, Alpes. . .	Bareges, Cauterets.
				Córcega . . :	
		Sulfatads. (sulfurosas degeneradas) de Anglada . .	Termales . .	Pirineos, Alpes, Córcega.	Saint-Gervais en Saboya.
			Frias. . . .	Pirineos, Alpes, planicies del Mediodia.	Miers, Prechac.
	De base de cal.	Sulfatads. simples.	Termales . .	Pirineos, Alpes, planicies del Mediodia.	Bagneres de Bigorre, Sainte-Marie.
			Frias.	Las dos regiones de planicies, principalmente las del Mediodia	Propiac, Bio (Lot).
		Sulfatads. y sulfuradas. .	Termales . .	Pirineos, planicies del Mediodia. . .	Cambo, Castera-Verduzan.
			Frias.	Planicies del Norte.	Enghien.
	De base de magnesia. .	Sulfatadas	Termales . .	Raras en Francia. .	Saint-Amand, Louesche (Suiza).
			Frias.	Raras en Francia .	Sedlitz, Pullna.
	De base debierro	Sulfatads.	Todas frias.	Raras en Francia. .	Cransac, Passy.
Cloruradas.	Todas de base de sosa . .	Simples. .	Termales . . Frias	Bosgos, Jura y alto Saona	Forbach, Soultz-les-Bains, Balaruc, Availles, Jouve, Tercis, agua de mar.
		Yodo-bromuradas.	Termales . . Frias	Alpes, Pirineos. . .	

M. Herpin, de Metz, ha adoptado una clasificacion análoga que denomina *médico-química*. (1)

Divide las aguas en *sulfatadas, cloruradas y carbonatadas*. »Independientemente, dice, de los elementos principales ó predominantes que los caracterizan, cada uno de estos grupos encierra manantiales cargados de otros elementos secundarios, hierro, azúfre, yodo, arsénico, gas carbónico, que vienen á unirse con los primeros ó que constituyen grupos nuevos, tales como el de las *cloruradas-sulfurosas*, las *ferro-gaseosas*» etc.

CLASIFICACION MEDICO-QUÍMICA. (*Herpin*)

Aguas minerales termales ó frias.	Sulfatadas. . . .	Sulfatadas cloruradas. . .	Sódicas. Magnésicas. Cálcicas.
		Sulfatadas carbonatadas. .	
	Cloruradas , . .	Cloro-sulfatadas	
		Cloro carbonatadas	
	Carbonatadas . .	Carbo sulfatadas.	
		Carbo-cloruradas	
	Carbo-gaseosas .	Sulfatadas. , ...	Carbo-gaseosas. Sulfúradas. Ferruginosas. Silicatadas. Yoduradas. Arsenicadas.
		Cloruradas	
		Carbonatadas	
	Ferruginosas .	Sulfatadas	
		Cloruradas	
		Carbonatadas.	
		Crenatadas	
	Sulfurosas. . . .	Sulfidradas	
		Sulfuradas	
	Ligeras ó poco mineralizadas		

En vista de los diversos motivos que hemos discutido, llegamos á proponer nuestra clasificacion que estriba en los principales fundamentos sentado en otro tiempo por Bouillon-Lagranje, Alibert y otros; pero presentando multitud de modificaciones que nos han permitido ponerla en consonancia con la altura á que se halla actualmente la ciencia hidrológica. Hacemos, pues cinco clases con muchas subdivisiones en la forma siguiente:

1.ª Aguas salinas.
2.ª Aguas acídulas carbonatadas.
3.ª Aguas alcalinas.
4.ª Aguas sulfurosas ó sulfuradas.
5.ª Aguas ferruginosas, comprendiendo tambien las manganesianas.

CLASIFICACION DE LAS AGUAS MINERALES. (*O. Henry*)

CLASES.	GENEROS.	ESPECIES.	VARIEDADES.
1.ª Aguas salinas	Cloruradas		Agua de mar, fuentes saladas, Bourbonne Salies.
	Yodo-bromuradas .	Calizas	Agua de Saxon.
		Natronadas	Agua de Montelimart.
	Bromuradas		Mar muerto.
	Sulfatadas	Calizas	Pozos de Paris.
		Magnesianas. . . .	Sedlitz, Epsom, Montmirail.
		Calizas y magnesianas	Sermaize, Contrexeville Aulus, Siradan.

(1) Herpin: *Etudes médicales scientifiques et statistiques sur les eaux minérales de France, d'Angleterre et d'Allemagne*. Paris, 1855, en 12.°, p. 17.

CLASES.	GENEROS.	ESPECIES.	VARIEDADES.
2.ª Aguas acídulas carbonatadas y bicarbonatadas. . . .	Calizas y magnesianas		Saint-Allyre, Chavetout, Royat, Chateldon, Saint-Galmier, Soultzmatt.
	Sódicas ó natronadas.		Vichy, Saint-Nectaire, La Bourboule, Vals.
3.ª Aguas alcalinas.	Silicatadas		Plombieres, Evaux' Montegu-Secla.
	Boratadas		Lagoni, Lagos de Hungría, del Thibet.
4.ª Aguas sulfuradas ó sulfurosas	Sulfídricas		Allevard, Baume-les Dames.
	Sulfidratadas sódicas		Challes, Cauterets, Moligt, Bareges, Vernet, Bagneres-de Louchon.
	Sulfidratadas y sulfídricas	Calizas . . . ; . .	Enghien, Pierrefonds, Euset.
		Sódicas	Cauvalat, Schisnack.
5.ª Aguas ferruginosas	Sulfatadas	Simples	Auteuil, Passy.
		Aluminosas	
	Carbonatadas.		Spá, Bussang
	Crenatadas.		Forges en Normandía, Saint-Denis-les-Blois, Pierrefonds.
	Manganesianas . .	Sulfatadas	Cransac.
		Carbonatadas . . .	Luxeuil.

No hemos hecho subdivisiones para las aguas *arsenicales* tan numerosas en las diversas aguas ferruginosas y aun salinas, porque, por lo comun, entra en ellas el arsénico en cantidades infinitesimales: volveremos á ellas en el discurso de nuestra obra; y repetiremos que esta clasificacion, cómo deja conocerse, no es mas que un modo de considerar la composicion química de las aguas para distinguirlas entre sí. Al estudiar cada género espondremos los caracteres que pueden especificarlas.

CAPITULO II.

De la accion médica de las aguas en general: de la enumeracion de sus elementos mineralizadores: sus diversos estados en la naturaleza y en las aguas: sus caracteres distintivos especiales.

Si en mas de un caso es posible esplicar, por la naturaleza química de ciertos principios mineralizadores de las aguas, la accion medicinal que ejercen sobre la economía animal, y hacerlas aplicables á la terapéutica, fuerza es tambien confesar que muchas veces no se comprenden fácilmente las causas de su eficácia. En efecto, aunque respecto de muchas de ellas se sabe perfectamente de que sustancias dependen sus virtudes especiales, no sucede lo mismo con otras: la pequeñísima proporcion en que frecuentemente se hallan sus elementos mineralizadores y las propiedades de estos, poco enérgicas á veces, nos obligan á buscar esplicaciones mas ó menos admisibles de los efectos escrupulosamente recouocidos de la eficácia que realmente se observa en ellas. Asi es que se cuestiona sobre si la termalidad es capáz por sí sola de producir los efectos obtenidos, ó si á falta de ella deberán atribuirse á la íntima asociacion de muchos de sus elementos ó á su tenuísi-

ma division en proporciones en cierto modo *homcopáticas*: puédese tambien suponer que en estas multiplicadas asociaciones de sustancias salinas, hay lugar á combinaciones definidas dobles, cuyas virtudes médicas presentan algunas particularidades: y por último habiendo descubierto la análisis, mas precisa y minuciosa hoy que antiguamente, ciertos principios que aunque en escasa proporcion gozan de *grande actividad*, hay á veces menos dificultad en atribuir á su presencia la causa de los saludables efectos de las aguas.

Además, ¿no es bien notorio que las aguas minerales artificiales imitadas con la mayor perfeccion y con areglo á los resultados de las mejores análisis distan mucho de poseer las propiedades médicas de las naturales?

En tal incertidumbre debemos confesar francamente que la ciencia no ha llegado á su término sobre este punto, y que tal vez existen, como piensan algunos hidrólogos, principios ocultos, ó bien una especie de *vida de las aguas* que podria ser, por ejemplo, un *estado eléctrico* particular que les dá propiedades que no somos capaces de imitar con los medios que están á nuestro alcance. En efecto, M. Becquerel (1), ha indicado un estado eléctrico de muchas aguas minerales: y por último, la existencia del *ozono*, principio incompletamente caracterizado todavia, ¿no podria servir para dar algunas de las esplicaciones que se desean?

Segun estas consideraciones, fácilmente se comprende la razon de que por tanto tiempo, y aun en el dia, hayan sido aceptadas por ciertos médicos con una especie de duda las virtudes médicas de las aguas minerales, y por qué las refieren mas bien á causas puramente accesorias, tales como la distraccion, la mudanza de aires, de costumbres y de modo de vivir. circunstancias que casi siempre acompañan á la administracion de las aguas. Tambien con frecuencia en casos desesperados, y cansados de infructuosos ensayos con toda especie de medicamentos, se deciden los facultativos á recurrir á las aguas minerales y envian entonces sus enfermos á los baños.

No hay la menor duda acerca de la ventaja de los medios accesorios y estraños que se acaban de examinar. Pero seria una injusticia desconocer la accion de las aguas en sí, cuando está sancionada por la observacion de los siglos y cuando en los establecimientos termales se ven enfermos que, á pesar de la imposibilidad en que se hallan de aprovecharse de las ventajas que ofrece la distraccion, el paseo y diversos juegos, no por eso dejan de esperimentar el alivio de sus males con el uso especial de las aguas minerales. Además los animales sometidos á la accion de las aguas consiguen tambien su curacion del modo mas palpable. Apreciando, pues, con la debida imparcialidad y justicia, y dejando á un lado todas las exageraciones ridículas con que se han preconizado harto frecuentemente las aguas minerales, creemos que en el dia existe una confianza general en su verdadera eficacia y que administradas racionalmente ofrecen á la terapéutica medios curativos tan poderosos como variados. Tambien de algun tiempo á esta parte se han dado á luz obras importantes sobre la materia, entre las que nos complacemos en citar la del doctor Durand-Fardel (2) familiarizado por una larga esperiencia con todas las cuestiones relativas á la hidrologia médica.

Examinemos ahora detalladamente las diferentes sustancias que se han encontrado en las aguas como mineralizadores, y espongamos sus carácteres especiales, indicando bajo que estado existen en la naturaleza y en las aguas.

(1) A. Becquerel; *Traité des applications de l'électricité á la thérapeutique médical et chirurgical*, 1857, un t. en 8.° fig., p. 80.

(2) Durand Fardel; *Traité thérapeutique de eaux minerales de France et de l'étranger, et de leur emploi dans les maladies chroniques*, 1857, en 8.°

El azóe y el óxígeno se encuentran en las aguas á veces aislados, pero mas particularmente mezclados en estado de *aire*: sin embargo, la mezcla de estos dos gases no se halla, por lo comun, en las mismas proporciones que en la capa atmosférica que rodea al globo terrestre, pues que la cantidad del óxígeno unas veces domina en alto grado y otras por el contrario, es pequenísima. Por lo que pueda convenirnos en lo sucesivo al tratar de los ensayos analíticos, creemos útil recordar en pocas palabras la composicion, naturaleza y propiedades de cada uno de estos gases.

OXÍGENO.—O (100 8)

El oxígeno, llamado en un principio *aire de fuego*, *aire vital*, *aire puro*, *aire deflogisticado*, *aire eminentemente respirable*, trae su nombre de las dos palabras griegas ὀξυς, agrio, ácido, y γεννάω, yo engendro: es un gas incoloro, inodoro, insípido, permanente, no combustible, pero comburente por escelencia; su potencia refractaria es de 0,00544 (Dulong). Su peso específico 1, 1057 (Dumas y Boussingault), 1,10363 (Regnault): su poder refringente es 0,924 siendo 1 el del aire (Dulong).

El agua disuelve 0,057 de su volúmen á la presion ordinaria y temperatura de 15.°: su equivalente es 100, ú 8 referido al hidrógeno 1.

Es muy abundante en la naturaleza, ya en estado de combinacion en el agua y en un gran número de sustancias minerales y orgánicas, ya mezclado en cierta proporcion con el azoe constituyendo el aire atmosférico.

Scheele fué el primero que reconoció el oxígeno en las aguas minerales. (1) Rara vez existe en ellas puro: sin embargo, Margneron el jóven (2) asegura haberle encontrado mezclado con una pequeñísima cantidad de aire en el agua de la Rochecorbon (*Indre et Loire*) (3).

AZOE.—AZ ó N. (175 12)

El azoe, designado con los nombres de *aire viciado*, *mofeta atmosférica*, *séptono*, *alcalígeno* y tambien *nitrógeno*; fué descubierto por Rutherfort (4), y Scheele (5) le estudió muy detenidamente. Presenta los caracteres siguientes.

Es un gas incoloro, inodoro, permanente, impropio para la vida y para la combustion, no combustible ni capáz de ser absorvido por la potasa, la sosa y los óxidos alcalinos ó térreos. Su nombre se deriba de α, privativo y ζωή, vida. Su potencia refractaria es 1,00300 comparada con la del aire tomada por unidad. Su peso específico es 0,9720 (Dumas y Bousingault) 0,97137 (Regnault). Su coeficiente de dilatacion, 0,0036682 (Regnault).

El agua disuelve 0,016 de su volúmen de azoe. Con este motivo haremos la observacion siguiente: ciertas aguas minerales no contienen el menor vestigio de oxígeno y por el contrario abundan de azoe; la de Porla, en Suc-

(1) Thompson; *Sisteme de chimie*. Paris, 1818, t. 3.°, p. 250.
(2) *Journal de chimie médicale*, 1.ª serie, 1827, t. 3, p. 97.
(3) Entre las aguas minerales de España hay varias en las que se encuentra el oxigeno libre, como en Apange, Beteta (*Sr. Fernandez*), Fuente Sublantina (*Sr. Chalanzon*); y á veces mezclado con el ázoe, como en Arteijo (*Sr. Casares*), Caldas de Oviedo, Trillo (*Sres. Ortega y Gonzalez Crespo*), y Saona (*Señor Utor*), etc. (*Nota del Traductor.*)
(4) Rutherfort; tesis *De aere mephitico*, 1772.
(5) Scheele; *Traité chimique de l'air et du feu*, traducido del aleman por el baron Dietrich. Paris, 1781 en 12.°

cia, está tan impregnada de azóe, segun Bercelius (1), que «este gas se des»prende en forma de burbujas mas ó menos gruesas á medida que el agua se »acerca al caño de la fuente y que disminuye la presion: las burbujas que »se desprenden son una mezcla de ácido carbónico, de azoe y de hidrógeno »carbonado.»

Pearson (2) fué el primero que descubrió el azoe (1784) en las aguas de Buxton (Inglaterra): despues le halló el doctor Garnet en las sulfurosas de Harrowgate en 1794, y en las de Moffat en 1800; y posteriormente Lambe en las de Limington (3). Stromeyer (4) indicó en las aguas de Eilsen una mezcla de ácido carbónico y de azoe (5).

Una mezcla semejante es la que condujo primero á Gimbernat (6) y despues á Reumont y Monheim (7) á admitir en el agua de Aix-la-Chapelle un gas que llamaron *azoe sulfurado*; pero despues de algunas reflexiones de Berzelius y de Gehlen, no tardaron en comprobar su error (8).

Anglada y Saint-Pierre (9) han reconocido tambien el azoe, ya libre, ya mezclado con un poco de oxígeno ó de ácido carbónico, en muchas aguas minerales de los Pirineos y del departamento del Herault.

Tambien se ha indicado en otras aguas minerales, entre las que figuran las sulfurosas termales de la cordillera de Venezuela y las de Otono, por M. Bousingault y el Sr. Rivero (10).

Por último, se le ha reconocido en diversas circunstancias análogas, no solo en las aguas sulfurosas sino tambien en muchas otras, como en Neris, Bourbonne, Luxeuil, Plombieres, etc., (Longchamps).

Este gas no se combina directamente con ningun cuerpo mas que con el oxígeno, y esto muy lentamente bajo la influencia de la chispa eléctrica. A este fenómeno se atribuye la presencia del ácido azoico que se encuentra en el agua de las tempestades, como lo comprobó por primera vez Cavendich (11). Este gas existe en la naturaleza mezclado con el oxígeno y además combinado con el hidrógeno, el carbono y el oxígeno en la mayor parte de las sustancias sacadas de los reinos orgánicos: siendo debido, segun ciertos autores, á la descomposicion de estas materias orgánicas, y segun otros, á la de aire por ellas, ó mas bien por algunos principios minerales, oxidables, sulfurados, ferrugisosos, etc.

AIRE ATMOSFERICO.

El aire atmosférico se consideró por cierto tiempo como un elemento, y Vitruvio (12) fué el que puso fuera de duda su materialidad : pero realmente no fué bien conocido como cuerpo compuesto hasta despues de las importantes investigaciones de Lavoisier y de Scheele (13).

(1) Berzelius; *De l'analyse des corps inorganiques.* 1827, en 8.°, ps. 131-132.
(2) Doctor Saunders, *Treatise on the chemical history and medical powers of some of the most celebrated mineral waters.* Londres, 1815, p. 158.
(3) Kirwan; *An essay on the analysis of mineral waters.* Dublin, 1799, en 8.°, p. 9.
(4) Monheim; *Analyse des eaux de Borcette.* 1811, p. 33.
(5) El ázoe tambien se ha observado en algunas aguas españolas, pudiéndose citar entre otras las del Cercado del Colmenar (*Sres. Lletget, Masarnau y Abades*), el Molar (*los mismos señores*), Panticosa (*señor Herrera y Ruiz*), y Santa Agueda (*Sr. Moreno*). (*Nota del Traductor.*)
(6) Gimbernat; *Analyse des eaux d'Aix-en-Savoie.* (*Rep. fur. dic. pharm.*, t. XIV, p. 264, cah. 2.)
(7) *Annales de chimie.* 1810, t. LXXVI, p. 226-230.
(8) *Annales de chimie* 1812, t. LXXXIII, p. 280.
(9) Anglada; *Quatrieme mémoire sur les eaux sulphureuses et les eaux thermales.* Paris, 1828, t. II, página 6.—Saint-Pierre; *Essai sur l'analyse des eaux minérales en général, et sur celle des eaux minérales du departement de l'Herault en particulier.* Montpellier, 1809, ps. 36, 66, 78.
(10) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1823, t. XXIII, p. 272.
(11) *Transactions philosophiques de Londres.* 1766-67.
(12) Hœffer; *Histoire de la chimie.* Paris, 1843, en 8.°, t. I, p. 171-172.
(13) Scheele; *Traité de l'air et du feu.* (*Opuscula chimica et physica*), vol. I, p. 193-199, Paris, 1785, en 12.°

En la edad media, en 1489, observó Eck de Sulzbach (1) que los metales calentados aumentan de peso: Brun y Juan Rey (2) habian comprobado este hecho respecto del estaño calentado al aire libre; y Bayen (3), contemporáneo de Lavoisier, habia observado lo mismo en el mercurio, que bajo la influencia del calor aumenta tambien de peso.

Boyle, Priestley y el padre Beccaria habian intentado hacer esperiencias análogas en vasijas cerradas; pero ninguno habia resuelto este gran problema. Estaba reservado al genio de Lavoisier (4) dilucidar cuestion tan importante, que de un solo golpe hizo dar á la ciencia un paso inmenso, creando la química neumática y permitiendo esplicar tantos fenómenos que hasta entonces no habian tenido esplicacion.

El aire atmosférico, segun las últimas investigaciones de MM. Gay-Lussac y Humboldt, Thénard, Brunner, Dupasquier, Dumas y Boussingault, está compuesto de:

En volúmen.	Oxígeno . .	20,80
	Azoe . . .	79,80
En peso. . . .	Oxígeno . .	23,01
	Azoe . . .	76,99

Además contiene de 3 á 6 diezmilésimas de ácido carbónico y de 6 á 9 milésimas de vapor de agua. Finalmente, en el dia se admite en él la existencia de indicios de yodo (Chatin), de amoniaco (Bousingault), y aun de cloro, de magnesia y de cal (Barral).

Los caracteres químicos del aire estan representados por los de los dos gases de que está formado. Es un fluido elástico, permanente, inodoro, incoloro, insípido, propio para la respiracion y la combustion, pero con menos energía que el oxígeno.

Su densidad, que sirve de unidad comparada con la de los demás gases, da para cada litro de aire seco, á la presion de 76 centímetros y temperatura de cero, gr. 1,2991 (Biot y Arago), gr. 1,2995 (Dumas y Boussingault), gr. 1,22193185 (Regnault).

Su coeficiente de dilatacion es, segun Regnault, gr. 0,003665.

El aire atmósférico es algo soluble en el agua, pero es digno de notarse que cuando se estrae de ella no tiene la misma composicion, hallándose en proporciones diferentes los dos gases que le constituyen. Así es que, segun MM. Gay-Lussac y Humboldt (5), el aire estraido de la nieve derretida está formado en volúmen de:

Oxígeno	28,7
Azoe	61,3

el del agua de lluvia de:

Oxígeno.	34
Azoe.	69

el del agna del Sena de:

Oxígeno	31,9
Azoe.	68,1

A lo que debemos añadir que los mismos esperimentadores han comprobado que el agua de nieve derretida, así como la del Sena, disuelve un 25 avo de su volúmen de aire, mientras que el agua del hielo solo un 50.

(1) *Histoire de la chimie*, t. I, p. 446.
(2) *Id.*, t. II, p. 254.
(3) Bayen, *Opuscules chimiques*. Paris, año VI, t. I, p. 203 y siguientes.
(4) Lavoisier; *Traité de chimie elementaire*. Paris, 1801, en 8.°, t. I, p. 33.—*Journal de physique*, 1774, t. II, p. 448.
(5) *Dictionnaire des scienees naturelles*. Paris, 1819, t. XIV, p. 82.

Las aguas dulces disuelven de un 20 un 30 avo de su volúmen de una mezcla gaseosa compuesta de :

Oxígeno.	32
Acido carbónico.	4
Azoe.	64

El agua de mar solo retiene de un 30 á un 45 avo de su volúmen de una mezcla mucho mas rica en ácido carbónico, pues que su composicion es:

Oxígeno.	33
Acido carbónico.	9 á 10
Azoe.	58 á 57

Las esperiencias emprendidas por MM. Lewy y Morren (1) demuestran que esto se verifica en el agua del mar cojida en estaciones sombrias y lejos del influjo de la vegetacion: pero por el contrario cuando se coje en buen tiempo y en lugares en que está en todo su vigor la vegetacion marina, aumenta el oxígeno hasta llegar á veces al 39 por ciento del volúmen total. La cantidad de ácido carbónico sigue una marcha inversa. Por último es de notar que este aire contiene siempre algo mas de oxígeno y algo menos de ácido carbónico por el dia que por la noche.

Por lo general los autores modernos calculan en un 32 á 33 por 100 la proporcion de oxígeno contenido en el aire de una agua bien aireada, y nosotros añadimos que, segun M. Boussingault, la composicion del aire de las nieves tomadas á las mayores alturas es idéntica á la del aire atmosférico comun.

A este aire disuelto en las aguas de los manantiales es á lo que deben la calidad digestiva que las caracteriza, y en general toda agua privada de este fluido no es apropósito para la nutricion de los animales.

El agua de mar destilada, de que tanto uso se hace en la marina hoy dia, necesita haberse batido con aire por largo tiempo para poderse beber con provecho.

Sin embargo hay manantiales que encierran un aire muy poco rico en oxígeno, como ejemplo de lo cual citaremos entre otros que podrian apoyar esta verdad el aire sacado por M. Schwendler (2) de un manantial próximo á Goetinga que no contiene mas que de 8 á 9 por 100 de oxígeno en una de las fuentes y 18 por 100 en la otra. Atribuye el autor esta pérdida á una absorcion del oxígeno por los carbonatos de protóxido de hierro y de manganeso contenidos en la marga de donde brotan las fuentes. Sobreoxidándose estos metales abandonan ácido carbónico cuya solucion en las aguas se demuestra hirviéndolas: en cuyo caso el gas que se desprende está formado de:

Azoe.	76,8
Oxígeno.	
Acido carbónico.	23,2

efecto que debe producirse muy frecuentemente.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª serie, 1846, t. XVII, p. 5.
(2) Berzelius; *Jour. für vom. chem.*, t. XXXIV, p. 185.—*Rapport annuel sur les progres de la chimie*, 1847, p. 224,

Hidrógeno. H (12,50 1)

Su descubrimiento se debe á Cavendish (1766) (1). Despues han emprendido investigaciones sobre él Priestley, Scheele, Sennebier, Votta etc.

Rara vez se encuentra el hidrógeno en estado de libertad en disolucion en el agua: sin embargo, como en algunas circunstancias se ha reconocido su existencia, creemos deber referir sucintamente sus propiedades. Este gas, llamado tambien *aire inflamable* es incoloro, inodoro, permanente: se inflama y arde con una llama azulada dando agua: de aquí la etimologia del nombre con que se designa (ὕδωρ, agua, γεννάω, yo engendro.) No sirve para la combustion y apaga los cuerpos encendidos que se sumerjenen él. Sin ser deletéreo, es impropio para la respiracion.

Su peso específico es de 0,0688 (Baudrimont), 0,06920 (Dumas y Boussingault), 0,06926 (Regnault.)

Su coeficiente de dilatacion es igual á 0,0036678 (Regnault.)

Un litro de este gas pesa 0 gr. 08996 y el agua disuelve 0,15 de su volúmen.

El hidrógeno ya hemos dicho que es muy raro en las aguas minerales porque segun se dice, no se ha reconocido mas que en Porretta, Italia, y en Stochelberg, Suiza: y aun allí estaba mezclado con otros gases (aire, ácido carbónico é hidrógenos carbonado y sulfurado.)

Cloro, Cl. (443,20 35,15)

El cloro, indicado por Glaubero, fué descubierto en 1774 por Scheele (2) que le llamó *ácido marino de flogisticado*, Berthollet (3) le dió el nombre de *ácido muriático oxigenado*, y Kirwan (4) el de *gas oximuriático*: H. Dary (1811) (5) á quien llamó la atencion su color amarillo verdoso, le llamó *clorina*, nombre que Ampere reemplazó despues por el de *cloro* (χλωρός verde.)

El cloro es un cuerpo gaseoso, amarillo verdoso, de olor fuerte y sofocante, capaz de producir esputos de sangre; deletéreo é impropio para la combustion. Su sabor es cáustico, su densidad igual á 2,44 (Pelouze), 2,47, (Baudrimont).

Su equivalente representa 2 volúmenes de vapor. Este gas ha sido líquidado por Faraday (6) calentando á 33° en un tubo cerrado por sus dos estremos cristales de hidrato de cloro (Cl, 10Ho) que se disocian en dos porciones.

1.° Cloro liquidado, (en la parte inferior del tubo.)

2.° Cloro disuelto en el agua.

En estado líquido su densidad es de 1,33.

Se le puede reducir al estado líquido sometiéndole á una presion de 4 á 5 atmósferas á la temperatura ordinaria.

El agua á 8.° centigrados adquiere 3,04 volúmenes de este gas, á 50°; no disuelve mas que 1,09, y á 0° 1,5. Esta solucion se conserva resguardada de los rayos luminosos en frascos de vidrio azul ó negro á fin de evitar su transformacion rápida en ácido clorídrico bajo la influencia de la luz y por

(1) *Transactions philosophiques de Lóndrez*, vol. LVI, p. 141,
(2) Scheele. *Opuscula chimica et physica*. Leipsick. 1798, en 8.° vol. I. p. 250.
(3) *Memoires de l' Academie des sciences*, 1785.
(4) *Annales de chimie*, 1790, t. VII, p. 210.
(5) *Annales de chimie*. 1810, t. LXXVI, p. 112, 129: 1811, t. LXXIX, p. 5.
(6) *Annales de chimie et de physique*, 2.° serie, 1823, t. XXII, p. 323.

la combinacion de este gas con el hidrógeno del agua. El cloro se conduce con las soluciones de las sales de plata, como el *ácido clorídrico*. (V. este ácido.)

Esta fácil formacion del ácido clorídrico hace comprender porqué el cloro solo se encuentra en estado de combinacion en las aguas y sobre todo con los metales terreos y alcalinos, *potasio*, *sodio*, *magnesio*, *calcio*, etc.

Bromo, Br. (1000,00 80,00).

El bromo, cuyo descubrimiento se debe á M. Balard (1) en el año 1826, es un cuerpo líquido, rojo pardo mirado por reflexion, muy venenoso, de sabor fuerte, de olor desagradable y penetrante, de lo que le viene su nombre de Βρῶμος, *fétido*, que le dió Gay-Lussac. M. Balard le habia denominado primitivamente *múrido*. El peso específico del bromo es de 2,966 y su calor específico es de 0,08432 (Regnault.)

El bromo se solidifica á—22°.

Siendo poco soluble en agua, lo es mucho mas en alcool y sobre todo en eter que es su mejor disolvente. Los autores no están conformes sobre su punto de ebulicion que es de 63° (Pierre) ó de 47° (Baudrimont.)

La densidad de su vapor es igual á 5,3933, su equivalente representa 2 volúmenes de vapor.

Se encuentra en el agua madre de los pantanos salados donde existe en estado de bromuros de magnesio y de sódio. El agua de mar contiene proporciones notables de él que varian segun las localidades (d'Aubeny) Wœhler y Kind le han encontrado en el mar Báltico: Gmelin y despues de él otros observadores, Ivanoff, O. Henry y Boutron, Apjohn, le han indicado en el agua del mar Muerto en la que parece no estar acompañado del yodo. (2)

Las últimas análisis del profesor Boussingault han confirmado este modo de ver. (3)

Es un hecho que importa indicar, porque casi siempre el yodo y el bromo son concomitantes: sin embargo, la misma falta se observa en las aguas de las salinas de Schombeck. (4) Un gran número de aguas de las salinas contienen *bromuros*, como las de Vic (Meurthe), de Bex, (Suiza), de Lons-le-Saulnier (Jura) analizadas por M. M. Rousseau y Roumier (5), de Salins (Jura), examinadas por Desfosses (6), de Theodorshall (cerca de Kreutznach) analizada por Liebig (7), de Salies, en Bearn, etc.

Por último en muchas aguas minerales se refiere una parte de su accion benéfica á la presencia de este metaloide: las de Bourbonne-les-Bains (Desfosses) (8), de Hanover (Stromeyer), de Nauheim (Chatin) (9), de Heilbrunn (Vogel) (10), de Saxon en el Valais (Suiza), las mas ricas en *bromo y yodo* (11) que se conocen, de Albano (Ragazzini), y casi todos los manantiales salados del Sur de Inglaterra, son ejemplos de ello. (12) Aunque la exis-

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1826, t. XXXII, p. 337.
(2) *Annales des mines*, 2.ª serie, 1827, t. I. p. 238.
(3) *Comptes rendues de l' Academie des sciences*, 1856, t. XLII, p. 1230.
(4) *Journ. für prakt. Chemie*, t. LX, p. 284.
(5) *Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1827, t. XIII, p. 252.
(6) *Id.* p. 533-604.—*Annales des mines*, 2.ª serie, t. 828, t. III. p. 200.
(7) Merat y Deleus. *Dictionaire de therapeutique et de materie medicale*, 1834, t. VI, p. 724.—*Annales des mines*, 2.ª série, 1827, t. I. p. 229.
(8) *Journal de pharmacie*, 2.ª serie, 1827. t. XIII, p. 604.
(9) Rotureau. *Etudes sur les eaux de Nauheim*. Paris, 1856, en 8.° p. 37.
(10) *Journal de pharmacie*, 2.ª serie, 1827, t. XIII, p. 19.
(11) O. Henry padre. *Anályse des eaux de Saxon.—Bulletin de l' Academie de medecine*, 1855, t. XX, p. 888.—*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3.ª série, 1856, t. XXX, p. 172.
(12) El Sr. Casares ha encontrado tambien el bromo en las aguas de Arteijo y de Lugo, en Galicia.

tencia del bromo esté generalmente ligada con la del cloruro de sódio, haremos no obstante la observacion de que en muchas de ellas entre las que debemos citar las de Droitwich, en el Worcestershire, en las que es muy abundante la sal, faltan completamente el bromo y el yodo. Daubeny y posteriormente Hastings que las han estudiado muy detenidamente, esplican este fenómeno considerando que en estas mismas aguas muy rara vez se encuentran las sales mas solubles que se hallan en el agua del mar. Las masas de sales á que deben el estado de impregnacion estos manantiales pueden haber sido *los primeros depósitos de una salmuera concentrada*, de lo que vino á resultar que solo se ha concretado el cloruro de sódio (1). Para acabar todo lo que tiene relacion con la historia del bromo, diremos que se le ha encontrado en muchos moluscos, los políperos, las esponjas, el coral rojo, la coralina blanca, los fucus y las algas.

Esto es lo que aparece de los importantes trabajos emprendidos por MM. Hermstadt (2), Dupasquier (3) y otros. Se encuentra por último en ciertos minerales, como sucede en un filon argentífero de Méjico en el que le ha indicado M. Berthier (4) en estado de bromuro: Hollender (5) en una mina de cinc, y Kochler en el cadmio de Silesia.

Yodo. I. (1586,001 26,00)

El yodo fué descubierto por Courtois en 1811 en las aguas madres de las sosas de warechs (6). Es un metaloide sólido, de color gris de acero, brillante, mancha de color amarillo las sustancias orgánicas, cristaliza por sublimacion en escamas anchas, brillantes y afecta la forma octaédrica despues de su disolucion en el ácido yodhídrico.

El yodo se funde á los 107° y hierve á los 175° su densidad á 17° es 4,948: su calor específico 0,05412: su vapor es de color violado intenso muy bello, de una densidad de 8,716, y del cual proviene el nombre de yodo (ιωδής, violado). H. Davy le denominó *yodina*. Un litro de este vapor pesa gramos 11,30.

El agua disuelve 0,007 de yodo á la temperatura ordinaria. El alcohol le disuelve muy bien adquiriendo un color pardo muy intenso. Tambien le disuelve el sulfuro de carbono tiñéndose de color de rosa, carácter que puede servir muy bien de reactivo para descubrir el yodo. Por último, tiñe de ezúl ó violado rosáceo, á una temperatura que no esceda de 25°, las soluciones recien hechas de almidon, como tambien las sustancias que le contienen.

Es uno de los cuerpos mas esparcidos que se conocen en la naturaleza; y en estos últimos años han aparecido multitud de trabajos interesantes que han ilustrado ciertas cuestiones de medicina y de higiene, porque se han encaminado á demostrar la importancia de la falta ó presencia del yodo en ciertos productos naturales, como v. g. las aguas minerales, el aire, ciertas plantas desarrolladas ó no en las aguas, etc.

Vamos á trazar lo mas sucintamente que nos sea posible, á la vez que con toda exactitud, la historia del descubrimiento del yodo en las aguas minerales y en los productos que dependen de ellas.

(1) Dupasquier; *Traité de chimie industrielle*. Paris-Lyon. 1844, en 8.° t. I. p. 639.
(2) *Journal de Pharmacie*, 2.ª serie, 1829, t. XV, p. 334.
(3) *Ibid.* 1842, 3.ª serie, t. I. p. 445.
(4) *Ibid.* y *Annales des mines*, 3.ª serie, 1841, t. XIX p. 734.
(5) *Ibid.* p. 672.
(6) *Annales de chimie*, 1813, t. LXXXVIII, p. 304.

Humphry Dary (1) habia sospechado la existencia del yodo en el agua, del mar. Angelini (2) fué el primero que le descubrió en 1824 en las salinas de Sales y de Voghera (Piamonte): Cantú (3) le indicó en 1826 en la de Castelnuovo de Astí (Piamonte). Despues le ha hallado Vogel en Heilbruun (Baviera): Tourner en Bonington, cerca de Leith en Inglaterra; Fush en Hall (Tirol): Pommier (4) en Salies (Bajos Pirineos): Steel y Washer en Saratoga (Estado de Nueva-York): Dauveny en Cheltenam (Inglaterra): O. Henry (5) en Challes (Savoya) en 1842, y (6) en Vichy, Hauteribe, Cusset (Allier) 1847 y 48 (7).

En las aguas de la América del sud (Nueva Granada, Perú, etc.) es muy abundante. Tambien le ha encontrado M. Paravey (8), cuyos resultados analíticos ha puesto en duda M. Boussingault. Seria larga tarea mencionar aquí todas las aguas en que se ha encontrado el yodo (9); pero con todo, diremos que M. Marchand (10) en su importante trabajo sobre las aguas potables de los distritos del Havre, de Yvetot y de Fecamp, ha indicado su presencia en un gran número de ellas: y M. Chatin (11) que ha completado sus investigaciones relativas á los yódicos, ha sacado ciertas consecuencias que podemos mencionar. Segun este hábil esperimentador, el yodo que ha reconocido en el agua ferruginosa de Trianon cerca de Versalles, se halla con tal frecuencia en las aguas ferruginosas que muy bien podria dárseles el nombre de *aguas yoduradas*. El yodo aumenta proporcionalmente con el hierro. Tambien algunas aguas ferruginosas de la cadena de los Pirineos le contienen (12).

M. Gonot, hijo, jóven farmacéutico de Clermont, sostuvo una tésis notable en la escuela de farmácia de París, en la cual demostró la presencia del yodo, no solo en muchas aguas ferruginosas del departamento de Puy-de-Dome, sino tambien en los depósitos ferruginosos qne dejan en su trayecto, tales son las aguas de Roches, Saint-Allyre, Royat, Mont-Dore, etc. (13)

M. M. Filhol, Bouis y Pailhason, por una parte; Bobierre y Moride por otra, han anunciado tambien resultados análogos.

M. Chatin (14) le ha indicado en las aguas de lluvia tempestuosa: M. de Lucca (15) le ha ha hallado tambien en el aire, en el agua de lluvia y en la de nieve: por último, M. Barral (16) estudiando la naturaleza de las aguas de lluvia recojidas en 1852 y 53 en el observatorio de Paris, ha confirmado el modo de ver de los que le han precedido.

Las aguas de rio son mucho mas yoduradas que las de fuente; las de

(1) Cbenn; *Essai pratique sur l'action therapeutique des eaux minerales.* Paris-Nancy, 1840, en 8.°, t. I, p. 337.
(2) *Journal de pharmacie,* 2.° série, 1824, t. X, p. 24.—*Annales des mines,* 1° série, t. VIII, p. 293.
(3) *Annales de chimie et de physique.* 1825, 2.° série, t. XXVIII, p. 221.
(4) *Journal de pharmacie,* 2.° série, 1827, t. XIII, p. 452.
(5) *Bulletin de l'Academie de medecine,* 1842-43, t. VIII, p. 94.
(6) *Ibid.* 1850-51, t. XVI, p. 90-109.—1853-54, t. XIX, p. 450-753.—1854-55; t. XX, p. 882 1240.
(7) El yodo ha sido hallado por el Sr. Casares en las aguas de Arteijo, Lugo, Sousas y Toja, en estado de yoduro alcalino; y en las de Vitigudino le sospechó el Sr. Gonzalez Carrillo. (*N. del T.*)
(8) *Journal de chimie medicale,* 1840, 2.° série, t. VI, p. 575.
(9) En una monografía muy completa del yodo, por M. Dorvault, figura una tabla de las aguas yodadas, francesas y estranjeras, conocidas en 1850, en cuya época se publicó (*Iodognosie.* Paris, 1850, en 8.° p. 2). Pos teriormente se han aumentado considerablemente.
(10) *Memoires de l'Academie imperiale de medecine*: 1855, en 4.° t. XIX, p. 121.—*Bulletin de l'Academie de medecine.* 1852-53, t. XVIII, p. 155.
(11) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.° serie, 1850, t. XVIII, p. 241.—*Annales de chimie et de physique,* 3.° série, 1848, t. XXII, p. 327.
(12) O. Henry; *De l'existence de l'iode dans les eaux sulfureuses des Pirenées et dans le barégine.* Paris, 1845.
(13) *These inaugurale.* Paris, abril, 1856.
(14) *Comptes rendues de l'Academie des sciences.* 1850, t. XXXI. p. 868.
(15) *Journal de pharmacie et de chimie,* 3.° série, 1854, t. XXV, p. 17, y t. XXVI, p. 250.
(16) *Comptes rendues de l'Academie des sciences.* 1852, t. XXXIV, p. 58, 283, 821.—1852, t. XXXV, p. 427.—1853, t. XXXVI, p. 184.

pozo son las menos yoduradas de todas, porque los terrenos ulteriormente magnesianos y calizos son muy poco yodados (Chatin). Sin embargo, no creemos que esta ley es general, así en una interesante memoria publicada en 1851, M. Lambert (1) le ha reconocido en diferentes calizas, y principalmente en la conocida con el nombre de piedra de Couzon en que abundan restos de políperos. Lo mismo ha sucedido en un banco de *miocena marina* muy rico en fósiles que existe en Saint-Jean-de-Vedas, cerca de Montpellier. Añadiremos que en Saxon en el Valais, el manantial brota de una roca dolomítica escesivamente rica en yodo y en bromo.

El yodo existe tambien en muchas especies minerales: se ha reconocido en estado de yoduro de sódio en diferentes ejemplares de sal gemma (Serullas, O. Henry, Boussingault) (2); en el agua madre de las salinas alimentadas por el Mediterráneo (Balard, Psaff, Daubeny) (3), en la de las salinas de Bex (de Charpentier) (4), en la ulla de Commentry en que existe en estado de *yoduro de amonio* (Bussy) (5), en la de Silesia (Duflos); por último, M. Elie de Beaumont (6) le ha reconocido tambien en ciertos minerales de plata de Méjico, lo cual ya habia dicho en otro tiempo M. Vauquelin (7). Los animales que viven en el agua, las esponjas, políperos, moluscos, contienen tambien yodo (8); pero sobre todo es muy abundante en las plantas marinas y acuáticas (9). Así lo han demostrado un gran número de observadores; M. G. de Claubry, por una parte, y J Davy por otra, le han reconocido en las cenizas de muchos fucus (10). M. O. Henry (11) fué el primero que le indicó en las confervas de un gran número de aguas minerales, en los fucus de las aguas de Evaux, de Neris, de Vichy, de Saint-Honoré, en la baregina de los principales manantiales de los Pirineos. Estos descubrimientos se han ampliado y confirmado por otros químicos ya en las demás aguas de los Pirineos, en las que M. Meyrac admite la presencia de los yoduros y bromuros alcalinos, en las oscilárieas que viven en las aguas de Dax (12), ya por último en los productos vegetales de las aguas de Aix en Saboya. (13)

Un oficial mejicauo, el capitan Ymestra (14) habia reconocido el yodo desde 1837 no solo en diferentes minas de plata, sino tambien en muchas lantas que viven lejos del mar, como tambien en una especie de barrilla y en un agave.

M. Personne prosiguió, en 1850, los mismos estudios y halló el yodo en ciertas plantas de agua dulce y en otras entre un agave que crecia en un terreno granítico cubtrico y de una ligera capa de humus (15) M. Chatin generalizó estos resultados (16).

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1851, t. XIX, p. 240.
(2) Serullas; *Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1825, t. XVI, p. 322.—O. Henry; *Journal de pharmacie et de chimie*, 3a. série, 1848, t. XIV, p. 245.—Boussingault; *Annales de mines*, 3a. série, 5834, t. V, página 527.
(3) *Annales de chimie et de physique*, 2a. série, 1825, t. XXVIII. p. 178.—*L'Institut*, 19 de julio, 1838.
(4) *Annales de mines*. 1a. série, 1824, t. X, p. 251.
(5) *Journal de pharmacie*, 2a. série, 1839, t. XXV, p. 718.—3a. série, 1850, t. XXVII, p. 451.—Dorvault; *Iodognosie, loc. cit.*, p. 4.
(6) *Bulletin de la Societé geologique dé France*. 1846, p. 7,
(7) *Annales de chimie et de physique*, 2a. série, 1825, t. XXIX, p. 59.
(8) *Journal de pharmacie*. 1844, t. V, p. 115.—1850, t. XVIII, p. 241.—Fife; *Annales de chimie et de physique*, 2a. série, 1819, t. 12, p. 405.
(9) *Journal de pharmacie et de chimie*. 1848, t. XIV. p. 119.—1850, t. XVII, p. 418.
(10) *Annales de chimie*. 1815, t XCIII, p. 75-113.—*Transactions philosophiques de Londres*. 1814, página 505.
(11) *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1843-44, t. IX, p. 656.—*Journal de pharmacie et de chimie*, 3a. série, 1842, t. VI, p. 124.—1852, t. XXXI, p. 401.—O. Henry; *De l'existence de l'iode dans la baregine*. 1845. Un folleto en 8.°
(12) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3a. série, 1850, t. XVII, p. 450.
(13) Bonjean; *Analyse des eaux minerales de Aix-en-Savoie*. Chambery, 1838, p. 81.
(14) *Journal de pharmacie et de chimie*, 2a. série, 1837, t. XXIII, p. 29.
(15) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3a. série, 1850, t. 17, p. 451.
(16) *Comptes rendues de l'Academie de seiences*. 1850, t. XXX, p 352.—1850, t. XXXI, p. 80.

Por último diremos que M. Dorvault, en su monografía del yodo, cita su presencia en los fucus fósiles que datan de una época anterior á la del diluvio y aun á la aparicion del hombre sobre la tierra. Así cree por su parte que el yodo en todas las plantas marinas, y por estension en todos los productos naturales en que se halla en concurencia con las sales potásicas, existe en estado de yoduro de potasio (1).

Azufre S. (200 16)

El azufre que los griegos designaban con el nombre de θεῖον y los latinos con el de *sulphur* es un cuerpo de color amarillo de limon, sólido, volátil en forma de humo amarillo: arde al aire con llama azulada, desprendiendo olor picante y sofocante de ácido sulfuroso; ennegrece ó dá color á un gran número de metales brillantes, es muy mal conductor del calor y de la electricidad, por último adquiere por frotacion la *electricidad resinosa*. Es un cuerpo polimorfo por escelencia. En estado nativo cristaliza en octaedros de bases rombales como el que se encuentra en Sicilia diseminado en la *estronciana sulfatada*; insoluble en agua, se disuelve con facilidad en el sulfuro de carbono, en el cloruro de de azufre y en el bisulfuro de hidrógeno, en el que afecta tambien la forma octaédrica; por la fusion ignea adquiere al enfriarse la forma de agujas prismáticas.

El azufre se funde á 110° y hierve á 460. En este intervalo presenta una série de fenómenos interesantes. A 110° es amarillo y líquido; entre 140 y 150 tiene un color mas oscuro; á 190 es amarillo anaranjado; pardo á 260° y muy viscoso; á una temperatura superior recobra la fluidez, y por último entra en ebullicion á 460.

El peso específico del azufre recien cristalizado es de 2,016 (Baudrimont); espuesto al aire se vuelve opaco, y su peso específico es de 1,99.

Su calor específico es de 0,20259 (Regnault), y la densidad de su vapor de 6,651.

Segun los cambios que la fusion hace esperimentar al azufre, M. Magnus (2) le reconoce los seis estados alotrópicos siguientes:

1.° Azufre amarillo prismático.
2.° Azufre amarillo octaédrico.
3.° Azufre amarillo insoluble.
4.° Azufre rojo insoluble.
5.° Azufre rojo soluble.
6.° Azufre negro.

El azufre templado, es decir, fundido muchas veces y enfriado bruscamente despues de cada fusion, ofrece cuatro de estas modificaciones.

1.° Amarillo soluble.
2.° Amarillo insoluble.
3.° Rojo soluble.
4.° Negro.

El azufre se combina con el cloro, el bromo, el yodo y el fósforo. Se une fácilmente con el arsénico y el antimonio, y á una temperatura elevada con el hierro, el cobre el plomo, y aun con la plata y el platino. Paracelso y los alquimistas le consideraban como la verdadera materia del fuego: Stahl como formado de *acero vitriólico* y *flogisto*: Patin le denominó *electricidad concreta*, por la propiedad de cargarse de electricidad mediante la frotacion. Por último, Davy y Berthollet, hijo, le miraban como un compuesto de hidrógeno,

(1) *Iodognosie, loc. cit.*, p. 7 y siguientes.
(2) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1856, t. XXX, p. 116.

oxígeno y una base particular. Posteriormente los químicos modernos han hecho sobre él importantes trabajos, mediante los cuales se ha reconocido su naturaleza simple y se le ha colocado entre los metaloides.

Hemos dicho que el azufre es muy abundante en la naturaleza, y ya en tiempo de Jorge Agrícola (1675) se sabia que existia en los alrededores del monte Hecla en Islandia, en Italia en el territorio de Nápoles, Sicilia, Pannonia y las islas Egadas ó Eólias (1).

Está acompañado de sulfato de estronciana, ó de yeso, y muy principalmente de cloruro de sodio en los terrenos en que se esplota esta sal, como tambien en las inmediaciones de los manantiales salados. En algunas localidádes se presenta en riñones compactos diseminados en sulfato de cal cristalizado, como sucede en la cantera de Camoens, cerca de Zaragoza.

M. Humboldt le ha encontrado entre masas de cuarzo en la cordillera de los Andes: en el Puy-de-Dome se le ha visto intercalado en el granito, y en los alrededores de Trípoli abunda en un terreno salífero, rico en sulfato de sosa. Por último, parece que es el resultado de la condensacion de los vapores sulfurosos á las inmediaciones de los volcanes de Sicilia, Nápoles é Islandia. Las emanaciones de este género que se forman en los volcanes apagados contienen siempre mucho vapor de agua, y el azufre que se encuentra allí en vapor ó en estado de hidrógeno sulfurado se combina lentamente con el oxígeno del aire y produce ácido sulfúrico.

En las aguas minerales, el azufre procedente de la reduccion de los sulfuros ó del hidrógeno sulfurado es blanco amarillento, á veces algo verdoso, y en ocasiones ligeramente rojizo (Dupasquier). El es el que da á ciertas aguas el aspecto *lechoso* (Pallas), bastante parecido al del magisterio de azufre de las oficinas de farmacia.

En ciertos criaderos el azufre envuelve algunas conchas, tomando completamente su forma; bajo cuyo aspecto se han encontrado *Planorbas Paludinas* y *Limneas*, enteramente transformadas en azufre, sin que se pueda esplicar satisfactoriamente este fenómeno.

Concluiremos diciendo que en algunas aguas termales en que se produce ácido sulfúrico se forman tambien depósitos de azufre cristalizado frecuentemente en estalactitas: así se ve en las aguas de Aix-la-Chapelle, Aix-en-Saboya, Chaudes-Aigues y otras. En este caso está asociado con el yeso, el betun y la sal gema.

HIDRÓGENO PROTOCARBONADO. C^2H^4.

C^2	150	12	75,00	4 vol.
H^4	50	4	25,00	8 vol.
	200	16	100,00	4 vol.

Este gas, llamado tambien *protocarburo de hidrógeno*, *gas de los pantanos*, *gas de los acetatos*, *fuego grison*, ya fué sospechado por los griegos y romanos que conocian los gases irrespirables de ciertas grutas, pero cuya naturaleza no alcanzaban á esplicar. En la edad media se atribuian tales gases á los espíritus malignos que venian á perturbar la paz de los mortales (2).

El hidrógeno proto-carbonado tiene las siguientes propiedades: es inco-

(1) Jorge Agrícola; *De natura fossilium*, edicion de Basilea, en folio, 1657, p. 533.
(2) Hœffer; *Histoire de la chimie*, *loc. cit.*, t. I, p. 175.

loro, de olor empireumático, densidad de 0,584 (Baudrimont), 0,559 (Regnault), 0,556 (W. Henry, Pelouze y Fremy).

Es combustible, arde con llama blanquecina produciendo agua y ácido carbónico; y es poco soluble en agua. Casi siempre le acompañan el oxígeno, el ácido carbónico y el ázoe. En el curso de esta obra diremos los medios de separar de él estos gases estraños. Se encuentra principalmente en el cieno de las aguas estancadas, de donde se desprende con abundancia cuando se las agita. Su formacion en estas circunstancias parece debida á la descomposicion lenta de las materias orgánicas, sobre todo en las estaciones calientes.

En las minas de ulla se ha designado á este mismo carburo de hidrógeno con el nombre de *fuego grison*, y entonces está frecuentemente mezclado con cierta cantidad de aire y de gas oleificante (*hidrógeno bicarbonado*)

Se admiten dos hipótesis sobre su formacion en este caso: segun unos se desprende naturalmente de la ulla, y segun otros es debido á una descomposicion de esta espuesta al aire.

El agua de los pantanos no es la única que contiene hidrógeno protocarbonado, segun un interesante trabajo de M. Maumené (1) sobre las aguas de la ciudad y de las cercanías de Reims; el agua de algunos albañales deja desprender gases deletéreos formados de *óxido de carbono* y de *hidrógeno carbonado*. A estos principios pueden tambien atribuirse los accidentes causados por las nieblas tan frecuentes en este pais.

Las aguas de Lusignano (Parma) contienen tambien hidrógeno protocarbonado: en las de Santa María de los Baños (Toscana) está mezclado con ácido carbónico; y en las de Querzola (Módena) se halla además hidrógeno sulfurado (2). En Italia (en los lagos de la Toscana), en los Estados Unidos de América (á 2 millas del lago Erié), en Persia y en otras localidades, este gas se desprende del terreno por diversas grietas ó hendiduras, cuyas profundas comunicaciones son desconocidas. Algunas veces se lleva este gas por conductos, ya para hacerle servir para el alumbrado, ya con objeto de emplearle para cocer los alimentos ó la cal (3) y para diversas evaporaciones.

Plinio en sus obras habla ya de las *fuentes de fuego* (4).

Estos desprendimientos al través de las hendiduras del terreno llevan el nombre de *fuentes ardientes*, y muchas de ellas gozan de cierta reputacion: citaremos entre otras las de Pietra Mala, al pié del Apenino, en Toscana, y la del templo de los Güebros en las costas del mar Caspio, templo famoso donde se hallan todavía los últimos discípulos de Zoroastro. En ciertos terrenos volcánicos se producen erupciones de hidrógeno protocarbonado mezclado con materias cenagosas. Así se esplica la formacion de las tierras saladas, tan abundantes en Islandia, y que deben su nombre á la cantidad tan grande de sal que se encuentra en ellas. Segun M. Humboldt, el gas que se desprende en estas erupciones es ázoe; pero en ciertos casos hay proyeccion de gas, de cieno y de piedras (5). M. Gobel (6) ha analizado los gases que se desprenden de los volcanes limosos situados á 40 verstas de Taman (Rusia meridional), y ha observado un fenómeno muy curioso, á saber: que la temperatura de estos gases es bien inferior á la del aire circundante, pues que era de + 3,45, siendo la de la atmósfera de + 24.

La composicion de estos gases es bastante complicada, á saber:

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3.ª serie, 1850, t. XVIII, p. 244.
(2) Soubeiran; *Des eaux minerales*, estractado del *Diccionario de medicina*, en 30 vol. Paris, 1835.
(3) Baudrimont; *Traité de chimie*. Paris, 1846, t. I, p. 528.
(4) Plinio; *Histoire naturelle* t. II, p. 106.—*De semper ardentibus locis.*
(5) Omalius d'Halloy; *Elements de geologie*. Paris, 1839, en 8.° p, 610.
(6) *Neues Jahrbuch für Miner*. 1859, p. 458.—*Rapport annuel de Berzelius sur les progres de la chimie*. Paris, 1841, p. 339.

Gas oleificante.	15,76
Hidrógeno protocarbonado. .	79,16
Oxido de carbono	5,08
Aire atmosférico.	2,00
	100,00

¿A qué deberá atribuirse la formacion de estos gases? ¿Será á una descomposicion del agua bajo la influencia de metales en fusion, fenómeno que, segun Davy, tiene lugar en las entrañas de la tierra, debajo de la capa oxidada; ó bien no deberemos ver en esto mas que la descomposicion de materias vejetales enterradas por largos años á una gran profundidad....? Cuestion es esta que no se halla perfectamente dilucidada aun: generalmente se ha convenido en suponer que estos desprendimientos de agua mezclada con arcilla y gases, y acompañados algunas veces de una ligera detonacion, se originan en medio de masas formadas de agua salada que descansa sobre un suelo arcilloso mas ó menos cargado de materias bituminosas. Tal es la esplicacion que M. Girardin ha hecho de estos diferentes fenómenos (1).

Terminaremos todo lo relativo al estado natural de este gas, recordando que M. Boussingault (2) ha reconocido pequeñas cantidades de él en el aire atmosférico del modo siguiente: hizo pasar sobre óxido de cobre enrojecido aire privado de agua y de ácido carbónico, y volvió á formar vapor de agua y ácido carbónico procedente bien á las claras de la combustion del hidrógeno carbonado. Th. Saussure (3) ya habia observado que el aire contiene un principio carbonado distinto del ácido carbónico. Despues de privar de su ácido carbónico á cierto volúmen de aire, le mezcló con hidrógeno, hizo pasar por él la chispa eléctrica, é inmediatamente formó el agua de cal con el gas producido de la combustion un precipitado blanco característico de carbonato de cal. Por medio de la descomposicion del ácido acético ó de un acetato, mediante una base fija, como la barita ó la cal, consiguió M. Persoz preparar este gas con facilidad. Las reacciones siguientes lo indican.

$$C^4H^4O^4 + 2BaO = C^2H^4 + 2(CO^2\,BaO).$$

$$C^4H^3O^3,KO.HO + BaO = C^2H^4 + CO^2KO$$
$$CO^2BaO$$

Acido azoótico. AzO^5.

Az	175,00	14	25,92	2 vol.
O^5	500,00	40	74,08	5 vol.
	675,00	54	100,00	

Conocido sucesivamente con los nombres de *agua fuerte*, *espíritu de nitro*, *ácido del salitre*, *ácido del nitro*, *ácido nítrico*, el ácido azoótico no se ha obtenido anhidro hasta hace pocos años, en que le logró por primera vez M. H. Sainte-Claire Deville (4), y en este estado se presenta en forma de agujas blancas, sedosas, muy ávidas de agua, en la que se disuelven causando un ruido semejante al de un hierro enrojecido cuando se sumerje en ella.

(1) Girardin; *Considerations sur les volcans*, 1831, p. 83.
(2) Pelouze y Fremy; *Cours de chimie*. 1848, primera edicion, t. I, p. 60.—1854, segunda edicion, t. I, p. 257.
(3) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1816, t. II, p. 199.
(4) *Comptes rendues de l' Academie des sciences*, 1849, t. XXVIII, p. 257.—*Annales de chimie et de physique*, 3.ª serie, 1850, t. XXVIII, p. 241.

El ácido azoótico á la temperatura ordinaria y en contacto del aire, cuando tiene la mayor concentracion posible, es decir, cuando no contiene mas que 1 eq. de agua, se solidifica, ó por lo menos se hace solidificable á —40° (Baudrimont): segun MM. Pelouze y Fremy, á —50° solo tiene una consistencia butirácea. Cuando está líquido es incoloro, de olor débil debido á los vapores que desprende.

Una pequeña cantidad de ácido azooso que contiene con frecuencia puede darle color amarillo, pero hirviéndole lentamente no tarda en desaparecer este. El ázido azoótico mezclado con el azooso tiene una densidad de 1,522 á +12°, pero en el estado de perfecta pureza es de 1,521 (Baudrimont). Segun M. Gay-Lussac es de 1,510 á +18°.

El ácido azoótico monohidratado hierve á 86°; cuando contiene cuatro equivalentes de agua sube su punto de ebullicion á 125°.

Puede descomponerse en agua, ázoe y oxígeno, ó bien en oxígeno y en compuestos oxigenados inferiores al ácido azoótico. Si se le hace pasar en vapor por un tubo de porcelana enrojecido, produce la reaccion siguiente:

$$AzO^5HO = HO + AzO^4 + O.$$

Por último, calentado al rojo blanco se destruye y desprende ázoe y oxígeno (Mitscherlich).

La luz le descompone, pero solo cuando está concentrado, y el hidrógeno produce igual resultado con detonacion:

$$AzO^5HO + H^5 = Az + 6HO$$

El carbon, el azufre, el fósforo y el yodo alteran el ácido azoótico, apropiándose en parte su oxígeno. Por el contrario, el bromo, el cloro y el azoe no ejercen accion sobre él. En contacto con el cobre, el hierro, el plomo, el zinc, el estaño, etc., los ataca, los oxida y por último los disuelve con desprendimiento de vapores rutilantes de ácido hipoazótico, muy ácidos é irritantes.

El ácido azoótico es un cuerpo muy oxidante; tiñe de amarillo la piel y las materias orgánicas, cuyo color no desaparece con ningun reactivo, en lo que se distingue de las manchas producidas por el yodo y el azafran; destruye las materias colorantes y aun la solucion sulfúrica de añil, volviéndola de color amarillo. El ácido nítrico fué descrito primeramente por Geber (1) á fines del siglo VIII. Alberto el Grande (2) habló tambien de él á principios del siglo XIII. Se atribuye su descubrimiento á Raimundo Lulio (3) en 1225: despues le han estudiado detenidamente un gran número de químicos, Cavendish, Davy, Gay-Lussac, Deville, etc.

El ácido azoótico no existe puro en la naturaleza. Sin embargo, Cavendish le admite en el agua de las lluvias de tempestad, en donde se forma por la combinacion del ázoe y del oxígeno atmosféricos bajo la influencia de acciones eléctricas. Algunos químicos admiten mejor aun en este caso, que el ácido azoótico es el resultado de la oxidacion de los principios constitutivos del amoniaco, del que se hallan indicios en el aire atmosférico (4).

El ácido azoótico desempeña un papel muy importante en muchas aguas potables de manantiales, de rios y de arroyos, en las que se encuentra en estado de azoatos *alcalinos* y *térreos* (Bergman, Berzelius, Bineau (5), Peligot (6), H. Deville (7), Brandes, Liebig, Bence Jones, Barral).

(1) Hœfer: *Histoire de la chimie*. Paris, en 8.°, t. I, p. 321.
(2) Id. id. t. I, p. 366.
(3) Id. id. t. I, p. 399.
(4) *Annales de chimie et de physique*. 1825, 3.ª série, 1854, t. XL, p. 129.
(5) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1852, t. XXXIV, p. 547.
(6) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1855, t. XL, p 1121.-1856, t. XLII.
(7) *Annales de chimie et de physique*, 3a. série, 1848, t. XXIII, p. 32.

Segun M. Boussingault (1), las aguas de pozo son las que mas ácido nítrico contienen: y en una interesante memoria presentada recientemente á la Academia de Ciencias hizo ver este sabio profesor que en los cuarteles mas antiguos de Paris es donde el agua de los pozos abunda mas en azoatos, sobre todo el de *potasa*, de tal modo que cada metro cúbico de las aguas de los pozos que siguen, contienen las cantidades de esta sal que presenta el estado siguiente:

Pozos situados en la calle de			
Guerin-Boiseau. .	206 gr.	Fouare	1031 gr.
Saint-Martin . . .	223	Foin-Saint-Jacques. .	1500
Saint-Georges . .	238	Saint-Landry.	2093
Petites-Ecuries . .	258	Traversine.	2165

El mismo autor observa que las aguas de fuente y de rio contienen mas azoatos y menos amoniaco, y que lo contrario sucede en las de lluvia, nieve, rocio, etc.

Por último, añadiremos que, segun M. Bineau, la constitucion del terreno es de suma importancia en esta cuestion, y cita en apoyo de este hecho, que las aguas de los lagos formados en la sienita apenas contienen indicios de nitro: que las que descansan sobre grés rojos ó gres cuarzosos de los Vosgos contienen 5 decígramos en cada metro cúbico; y por último, que esta cantidad llega hasta 15 gramos en las aguas cuya base son terrenos calizos (trias, terrenos jurásicos ó depósitos superiores á la creta).

	Acido fosfórico. PhO^5.		
Ph	400,00	32,00	44,44
O^5	500,00	40,00	55,56
	900,00	72,00	100,00

Las combinaciones del fósforo con el oxígeno son numerosas; pero en las aguas minerales no se encuentra mas que la mas oxigenada, el ácido fosfórico: además este ácido nunca existe en ellas en estado de libertad, sino mas bien en el de combinacion con las bases constituyendo fosfatos alcalinos y térreos. A la historia de las diferentes bases referiremos la de los diversos fosfatos, contentándonos con dar aquí en algunas líneas la historia química del ácido fosfórico comun.

El ácido fosfórico existe en estado anhidro ó en estado hidratado, y solo este último es el que se combina con las bases para dar fosfatos.

El ácido fosfórico hidratado, segun su estado de oxidacion, forma tres especies de ácidos, á los que se dan los nombres siguientes *metafosfórico* ó *monohidratado*, PhO^5,HO: *pirofosfórico* ó *fosfórico bihidratado*, $PhO^5,2HO$: *fosfórico comun* ó *trihidratado*, $PhO^5, 3HO$.

A M. Graham, de Londres (2) es deudora la ciencia de una série de investigaciones interesantes sobre los estados de hidratacion del ácido fosfórico; á este químico se debe la esplicacion precisa de las reacciones variadas que dan las sales de plata solubles cuando se echan en soluciones de fosfatos alcalinos, reacciones que dan lugar unas veces á un precipitado *amarillo de fosfato de plata*, y otras á un precipitado *blanco de pirofosfato ó metafosfato de la misma base* cuando esta sal se haya calcinado previamente.

(1) *Comptes rendues de l'Academie des sciences.* 1857, t. XLIV, p. 108.

(2) Pelouze y Fremy; *Traité de chimie generale*, segunda edicion, 1854, t. I, p. 455.

Como el ácido fosfórico existe en la naturaleza en estado trihidratado, referiremos sus principales propiedades únicamente á esta sola modificacion.

Es un líquido siruposo, incoloro, inodoro, que á la larga puede abandonar cristales en su superficie, como M. Peligot (1) ha indicado por primera vez, y que enrojece fuertemente la tintura de tornasol. La densidad de este ácido es 1,7. Por la calcinacion pierde sucesivamente 1 ó 2 equivalentes de agua, de modo que se transforma en ácidos piro y metafosfórico, pero nunca puede reducirse al estado de ácido fosfórico anhidro.

El ácido fosfórico es un ácido muy fijo, no se volatiliza sino á una temperatura muy elevada, y se reduce en presencia del carbon, dando óxido de carbono, ácido carbónico y fósforo.

Acido carbónico. CO^2.

C	75,00	6	27,27	2 vol.
O	200(00	16	72,73	2 vol.
	275,00	22	100,00	2 vol.

Se ha designado tambien con los nombres de *gas silvestre*, *aire fijo*, *ácido aéreo*, *ácido mefítico*, *ácido cretáceo*, *mofeta*, *ácido carbónico*. Es un gas incoloro, inodoro, de sabor levemente agrio, sobre todo cuando está en solucion en el agua, mas pesado que el aire y de una densidad igual á 1,5290 (Pelouze y Fremy, Regnault), 1,5245 (Baudrimont).

Esta densidad considerable permite trasvasarle de una campana á otra absolutamente como un líquido.

Su índice de refraccion es 1,000449, y su coeficiente de dilatacion es 0,0036896 (Regnault).

El gas carbónico no es ni combustible ni comburente; es impropio para la respiracion y la combustion; apaga los cuerpos encendidos, y es completamente absorbido por los óxidos alcalinos y térreos. A la temperatura y presion ordinaria, el agua disuelve un volúmen igual al suyo, pero puede tomar muchos mas cuando se aumenta la presion: entonces el agua enrojece la tintura de tornasol. Bajo la influencia de los ácidos, del calor, y aun solo esponiéndole al aire libre deja desprender este gas en burbujas mas ó menos abundantes. Este fenómeno es muy manifiesto en las aguas acídulas, naturales y artificiales.

El azufre, el ázoe, el cloro, el bromo y el yodo no tienen accion sobre el ácido carbónico; pero el hidrógeno y el carbono le descomponen fácilmente, dando el primero agua y óxido de carbono, y el segundo óxido de carbono solamente. Ciertos cuerpos orgánicos que existen en las aguas descomponen tambien este gas. Asimismo MM. A. y Ch. Morren (2) han visto que los monetarios de color verde absorben el carbono y desprenden el oxígeno.

Basta una fuerte presion de 40 atmósferas y un descenso considerable de temperatura para liquidarle y aun para solidificarle.

El descubrimiento del ácido carbónico se remonta al siglo XVI. Paracelso (3) y Van Helmont (4) reconocieron su presencia en la creta, y le llamaron el primero *ácido cretáceo*, el segundo *gas silvestre*. Hales (5) y Black (6) vieron

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2a. série, 1840, t. LXXIII. p. 206.
(2) *Annales de chimie et de physique*. 3a. série, 1840, t. I.
(3) Hœffer; *Histoire de la chimie*, Paris, 1843, t. II, p. 16.
(4) Hœfer; *Histoire de la chimie*, t. II, p. 142 y siguientes.—Van Helmont; *Ortus medicinæ*. Lugduni, 1656, 1 vol. en folio.
(5) Hœfer; *loc. cit*, t. II, p. 347.—Hales; *Statistique des vegetaux et des animaux*. Paris, en 8.°, 1779 trad. por Buffon y revisado por Sigaud de Lafont.
(6) Black; *Lectures on the elements of chemistry*, trad. por John Robison. Edimburgo, en 4.°, 1803, vol. II, p. 59.

que este aire fijo, como ellos le llamaban, se combina con los álcalis.

Hoffmann (1708), examinando las aguas de Egra y de Vildung, reconoció que el *espíritu mineral* (*ácido carbónico*) enrojece la tintura de tornasol (1).

Bergmann (1766) (2) observó que este gás no tiene sabor mas que en estado de disolucion, y que comunica á las aguas acídulas su sabor agrio y picante; partiendo de aquí, dá un método muy bueno de imitar artificialmente las aguas de Spa, de Pírmont, y de Seltz. Priestley (3) le halló en el aire atmosférico; y por último, Lavoisier (1776) (4) fijó su composicion. En nuestros dias la química debe las investigaciones mas exactas sobre la naturaleza química de este ácido á los trabajos de M. M. Allen y Pepis (5), Th. de Saussure (6), Guyton de Morveau (7), Davy (8), Rercelius (9) y M. M. Dumas y Stass (10),

Estado natural. El ácido carbónico, existe: 1.° En el aire atmosférico. 2.° En los cráteres de algunos volcanes, y sobre todo en las cavernas próximas á ellos. No hay nadie que haya dejado de oir nombrar la famosa gruta del Perro, situada á orillas del lago de Agnano, cerca de Nápoles: mencionaremos además la de Tífon en el Asia menor, asi como la gruta de Aubenas, en el departamento de l' Ardeche; y por último, la del monte Joli en Auvernia, 3.° Se encuentra tambien este gás en las galerías de ciertas minas de ulla, en las cuevas y en los pozos: su presencia esplica las asfixias tan frecuentes y funestas que se observan en dichos lugares. 4.° El ácido carbónico forma la base de los carbonatos de cal, de estronciana, de barita, de hierro, etc. 5.° Por último, en las aguas gaseosas se halla ya en estado de fibertad en gran parte (Seltz, Soultzmatt, Saint-Galmier), ya en el de combinacion en los *bicarbonatos de cal, de sosa*, etc. (Vichy, Chateldon, Mont Dore, Saint-Nectaire, etc.) Este ácido, libre al desprenderse de algunos de estos manantiales, queda en la superficie del líquido por razon de su gran peso, y puede entonces dar lugar, segun se dice, á frecuentes asfixias, como lo demostró Bergmann en 1717 en la fuente de Pyrmont y en los manantiales de Schwalbach. (11)

Hales (12) fué el primero que creyó que las aguas espirituosas (acídulas) contienen una vez tanto aire como el agua comun, al cual deben su fuerza y su energía.

Brownrig (13), analizando las aguas de Pyrmont y de Spa, hizo ver que este principio es el mismo que el que precipita en blanco la cal disuelta.

Lane habia admitido, segun sus esperiencias, que el aire fijo es un buen disolvente del hierro; pero Priestley hizo ver que esta reaccion no puede verificarse sin el concurso del agua. (14)

Cavendish (15) ha observado el hecho importante de que el agua saturada de ácido carbónico (aire fijo) puede disolver la cal y la magnesia precipitadas

(1) Hoffman; *Disertatio phisico-medica selecta, pars altera.* Ludg. Batav. 1708, p. 172.
(2) Bergmann; *De l'acide aerien,—Opuscules chimiques et phisiques*, trad. por Guyton de Morveau. Dijon, 1780, vol. I.
(3) Priestley; *Of air infected with the fumes of burning charcoal; observ. on different kinds of air*, etc. Londres, 1772, p. 81,
(4) *Annales de chimie*, 1798, t. XXV, p. 72.
(5) *Transactions philosophiques de Lóndrez*, 1807.
(6) *Annales de mines*. 1809, t. LXXI, p. 254.
(7) *Ibid*. 1812, t. LXXXIV, p. 20.
(8) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1816, t. I, p. 16.
(9) Berzelius; *Traité de chimie*, trad. de Esslinger. Paris, 1850, t. II. p. 90.
(10) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, 1840, t. I, p. 5.
(11) Bergmann; *De l'ácide aerien.—Opuscules chimiques, loc. cit.* vol. I.
(12) Hales; *Statique des vegetaux et des animaux, loc. cit.* cap. VI.
(13) Duchanoy; *Art d'imiter les eaux minerales*. Paris, 1879, en 8.°, p. 14.
(14) Priestley; *Des differentes espéces d'air*. Paris, 1777, t. III, cuad. n. 1 y p. 280.
(15) *Transactions philosophiques de Londres*, 1766-67.

por el mismo. Rouelle (1) hizo idéntica observacion respecto de las tierras marciales, y Monnet (2) la confirmó, igualmente que Rutherfot. (3)

Parece que el ácido carbónico se origina en estas circunstancias por corrientes subterráneas, procedentes de erupciones volcánicas, segun M. Dufrenoy, tan competente juez en semejante materia: el que existe en las aguas seria entonces un producto inmediato de la naturaleza inorgánica.

Otros autores atribuyen su formacion á la descomposicion de las materias orgánicas diseminadas en los terrenos secundarios; ó por último, á la descomposicion de las rocas calizas.

En algunos manantiales este gás es sensiblemente puro, en otros está mezclado unas veces con oxígeno, otras con azoe y aun con hidrógeno sulfurado, como se verifica en Hammam, Mescontine, ó segun la análisis de M. Tripier (4) el gás que se desprende de los manantiales tiene la composicion siguiente:

Acido carbónico.	97,00 volúmenes.
Acido sulfídrico.	0,50
Azoe.	2,50

Acido sulfuroso SO^2.

S	200,00	16	50,00	$\frac{1}{2}$ de vol.
O^2	200,00	16	50,00	2 vol.
	400,00	32	100,00	2 vol.

Este ácido, conocido desde muy antiguo, se produce siempre que arde el azufre en contacto del aire: le estudió muy bien Libavius (5), hácia el año 1600, que le llamó *espíritu ácido de azufre*, y despues le examinaron Priestley1774 (6), Gay-Lussac (7), Berzelius (8), y por último, un gran número de químicos modernos. El ácido sulfuroso es un gás incoloro, de olor fuerte y penetrante, que escita la tos: su densidad es 2,234 (Pelouce y Fremy); 2,2474 (Regnault): su coeficiente de dilatacion de 0,0036696 (Regnault), y su índice de refraccion de 1,000665 (Dulorg).

El agua á la temperatura de 20° centigr., y á la presion de 0m,76; disuelve 57 veces su volúmen; este líquido dá un tinte vinoso á la tintura de tornasol, y despues la decolora frecuentemente. Para tenerle gaseoso, se recoje sobre la cuba de mercurio; pero cuando se le quiere obtener en disolucion, es preciso recibirle en agua bien hervida y en frascos herméticamente tapados á fin de que no se transforme rápidamente en ácido sulfúrico.

Su composicion es la siguiente: 1 volúmen de oxígeno, $\frac{1}{6}$ vol. de vapor de azufre: se representa por la fórmula SO^2. Este gás ha sido liquidado por M. Bussy (9) y en este estado hierve á 10°, produciendo entonces en el vacio un frio de 68°. M. Faraday (10) en la misma época le habia liquidado tam-

(1) *Journal de medecine*, mayo, 1773.
(2) Monnet; *Traité de la disolution des metaux*. Amsterdam, 1775, p. 19.
(3) Rutherford; *Recueil des observations physiques*, p. 469.
(4) *Journal de chimie medicale*, 2.ª serie, 1840, t. VI, p. 278.
(5) Libavius; *Syntagma arcanorum chymicorum*, lib. VIII, cap. 9, *in opera medico-chymica*. Francof., 1606, 2 vol. en folio, y en Hœfer; *Histoire de la chimie*. 1843, t. II, p. 51.
(6) Priestley; *Expériences et observations sur differentes especes d'air*. Londres, 1772, trad. de Gibelin. Paris, 1777.
(7) *Memoires de physique et de chimique de la Société d'Arcueil*. Paris, 1809, en 8.°, t. II, p. 207.
(8) *Annales de chimie*, 1811, t. LXXVIII.—*Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1817, t. V, p. 178.
(9) Bussy; *Nouvelles recherches sur l'ácide sulphurique de Saxe*. Paris, 1824, foll. en 8.°, p. 24, y en *Annales de chimie et de physique*. 1824, t. XXVI. p. 63; y *Journal de pharmacie* 1824, t. X, p. 202-268.
(10) *Annales de chimie et de physique*. 1825, t. XXIV, p. 405.

bien; y además le obtuvo sólido, sumerjiéndole en una mezcla de ácido carbónico sólido y éter.

El ácido sulfuroso decolora muchos colores azules vejetales, despues de haberlos enrojecido. Virey (1) ha visto tambien la decoloracion de ciertos vejetales próximos á los manantiales sulfurosos y llamados *confervas de alumbre*, por la accion del ácido sulfuroso que se encuentra en ellos en bastante abundancia. En presencia del cloruro de bario ácido, dá orígen á un precipitado que se vuelve insoluble poco á poco en los ácidos, haciendo intervenir la accion del cloro ó de un cuerpo oxigenante, y entonces se convierte en ácido sulfúrico.

Es muy raro hallar el ácido sulfuroso libre en las aguas minerales, y fácilmente podremos esplicar esto. Formado por la combustion del azufre en los cráteres de los volcanes, este gás es arrastrado por el aire atmosférico y disuelto por el vapor de agua, que al condensarse le trae á la superficie de la tierra; aqui en razon de su estremada afinidad para con el óxigeno, y las bases se transforma rápidamente en ácidos *hiposulfúrico* y *sulfúrico*, que frecuentemente se combinan con las bases alcalinas, reduciéndose á *hiposulfatos* y principalmente á *sulfatos*.

Acido sulfurico. SO_3

S	200,00	16	40,00	1/2 de vol.
O_3	300,00	24	60,00	3 vol.
	500,00	40	100,00	2 vol.

El ácido sulfúrico se ha llamado primero *aceite de vitriolo, acido vitriólico, ácido sulfúrico monohidratado ó concentrado, sulfato monohídrico.*

No examinaremos las diversas especies de ácido sulfúrico, no ocupándonos aqui mas que del ácido sulfúrico puro comun. Es un líquido víscoso, incoloro, poco oloroso, de densidad á 20.° de 1,842, (Pelouce y Fremy), 1,845 (Baudrimont).

Su calor específico es de 0,349 (de la Rive y Marcet).

Se solidifica á 34.° y cristaliza entonces en prismas de seis caras.

Puede destilarse á 310° (326.° Baudrimont), bajo la presion de 0m,76.

El ácido sulfúrico es fuertemente higroscópico, y produce pocos vapores en el vacío.

Su carácter especial es dar con las sales de barita solubles un precipitado enteramente insoluble en los ácidos y en el agua.

El ácido sulfúrico fué descubierto en el siglo IX por Geber y Rhases (2), que le obtuvieron destilando el vitriolo verde (sulfato de *protóxido de hierro*.)

Rara vez existe en estado de libertad en las aguas minerales: en algunas localidades se le encuentra en esceso en ciertos sulfatos: asi es como Fortis y Tournefort le han descubierto en el sulfato de alúmina y potasa; sin embargo, hay que observar que este fenómeno no sucede generalmente mas que sobre rocas inatacables por los ácidos, tales como el granito, ó saturadas de ácido sulfúrico, como el yeso (sulfato de cal): tambien en este estado se encuentra el ácido sulfúrico en las bóvedas de las cavernas de donde manan las aguas de Aix en Saboya (3), en ciertas grutas del Etna (Dolomieu), y en las de la montaña de Zoccolino en Tóscana (4), donde fluye gota á gota. Esteriormente

(1) *Journal de pharmacie*, 1853, t. XXIV, p. 672.
(2) Hœfer; *Histoire de la chimie*, t. I, p. 323-324.
(3) Bouillon-Lagrange; *Essai sur les eaux minerales et artificielles*. Paris, 1811, p. 45.
(4) Dufrenoy; *Traité de mineralogie*. Paris, 1845, en 8, t, II, p. 130.

esta gruta está cubierta de azufre y de sulfato de cal, cuya mezcla se presenta en forma de hongos que se originan por la accion del azúfre central quemado en presencia del carbonato de cal; lo mismo se produce tambien en Enghien, en Pierrefonds, etc., cuando el ácido sulfídrico que se desprende de estos manantiales sulfurosos se halla á la vez en contacto con el aire y con las bases térreas (Dumas, Francœur, Vauquelin, Bonjean, etc.,) Una de las aguas mas ricas en ácido sulfúrico libre es, sin contradicion, la del rio Vinagre, rio que nace cerca de los cráteres del volcan de Puracé. Esta agua analizada por M. Boussingault y D. Mariano Rivero (1) dá, segun estos químicos, por cada 1000 gr. de líquido, 1 gr. 080 de ácido sulfúrico puro 0,181 gr. de ácido clorhidrico, 0 gr. 240 de alúmina, 0 gr. 1 de cal é indicios de hierro.

A la combustion del azufre de las materias volcánicas próximas, se atribuye la produccion del ácido que acabamos de mencionar.

M. Leschenault (2) ha encontrado tambien ácido sulfúrico en el cráter lago del monte Idio, en Java, y en estos últimos años le ha indicado tambien M. Landerer (3) en el agua del mar que baña ciertas islas volcánicas de la Grecia (Milo y Santorin). Este agua se recomienda con buen éxito para la curacion de ciertos exantemas reputados incurables. El ácido sulfúrico se encuentra sobre todo en estado de combinacion con las bases, constituyendo en este caso sulfatos que se reconocen en casi todas las aguas minerales: mas adelante examinaremos detalladamente las propiedades de las sales que se ven en ellas con mas frecuencia.

El agua termal del Paramo de Ruiz (América del Sur), analizada por M. Lewy (4) contiene tambien una proporcion notable de ácido sulfúrico; en efecto en cada 100 volúmenes hay ácido sulfúrico 5,182, ácido clorhídrico 0,880: y enrojece fuertemente el tornasol. M. Boussingault habia propuesto tambien emplearla en la preparacion del sulfato de quinina, puesto que corre en un pais en que son muy abundantes las quinas.

Ácido silícico SiO^3.

Si	206,74	21,33	47,07
O^3	300,00	24,00	52,93
	566,74	45,33	100,00

El ácido silícico, llamado primero *tierra vitrificable*, despues *silice* ú *óxido de silicio*, forma, segun Berzelius, dos variedades: una insoluble en agua y los ácidos comunes; otra soluble en los mismos vehículos: segun el químico sueco, en la segunda variedad el agua se encuentra simplemente interpuesta entre las moléculas de este cuerpo; lo cual favorece la disolucion y por este hecho se esplica fácilmente la presencia de la sílice en un gran número de aguas minerales. No todos los químicos participan de esta opinion: así M. A. Baudrimont entre otros, cree que es mas bien un hidrato de ácido silícico que es el único que tiene la propiedad de disolverse.

La sílice anhidra es un polvo blanco, insípido, inodoro, infusible al fuego de forja; pero que puede estirarse en hilos sumamente finos por medio del soplete de Newmann.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1825, t. XXVIII, p. 113.
(2) Guibourt; *Drogues simples*, 4.ª edicion, t. I, p. 137.
(3) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3.ª serie, 1851, t. XX, p. 287.
(4) *Ibid.*, 1846, t. XI, p. 487.—*Annales des mines*, 4.ª serie, 1849, t. XV, p. 40.

Solo el ácido fluorhídrico la ataca mientras que resiste muy bien á la accion del hidrógeno, del carbono, del fósforo, del cloro, etc., y á la de los metales y demás ácidos. El peso específico de la sílice es de 2,65; su calor específico es 0,19132 (Regnault).

La sílice hidratada es blanca, gelatiniforme, soluble en los ácidos, propiedad que pierde cuando se calienta entre 100 y 120° y entonces pasa por los estados sucesivos de hidratacion $Si\,O^3\,HO$, $(Si\,O^3)^2$, HO.

Otto Tachenius (1) en 1655, reconoció la naturaleza ácida de la sílice que no es atacada por ningun ácido ni aun por el agua fuerte.

Calentada fuertemente con la potasa cáustica dá lugar á una masa vitrea soluble en agua (licor llamado de guijarros) que concentrada se cuaja formando una masa de aspecto gelatinoso y que en este estado sobresaturada ligeramente por un ácido produce la sílice en forma de una jalea. Seca así y calcinada de nuevo, presenta todos los caracteres descritos antes. Bergmann ha indicado perfectamente sus propiedades (2). El ácido silícico es uno de los cuerpos mas esparcidos en la naturaleza, pero sobre todo se le encuentra en estado de silicatos. Entra en la constitucion de la mayor parte de las rocas primitivas, de las arcillas, de las piedras preciosas, etc.

Algunas fuentes termales producen depósitos de sílice dividida que tiene todas las propiedades de una toba. Esta sustancia que se llama *cuarzo termógeno* está en forma de masas concrecionadas, onduladas y testáceas, empastando las plantas á la manera de las aguas cargadas de un líquido calizo (Dufrenoy). En las cuencas de Geyser, en Islandia, existen con abundancia. Se reconocen tambien en la misma localidad y en algunas minas de Cornouailles, estaláctitas formadas de cuarzo ágata. La variedad de sílice conocida con el nombre de *cuarzo néctico*, está formada por una infiltracion de sílice á través de la creta (CO^2; CaO): se encuentra en Saint-Ouen, cerca de París.

Bergmann fué el primero que observó la presencia de la sílice en las aguas: Black la reconoció en las de Geyser y de Rykum, Klaproth en las de Carlsbad, Hassenfratz en Pougues y Brezé en Eu. Se ha encontrado despues en un gran número de aguas minerales y potables en las que frecuentemente parece desempeñar el papel importante de un ácido. Está muchas veces unida con el óxido de hierro con el que se halla en disolucion, y algunas veces la arrojan ciertas aguas (como las de Lucca) dando entonces depósitos en los que no tarda en pasar el hierro á un estado de sobreoxidacion (Hump Davy) (3).

En cuanto á la presencia de la sílice en las aguas bicarbonatadas gaseosas, podria esplicarse segun M. O. Henry, del modo siguiente; (4) estas aguas sacan en los terrenos de gneis ó de granito de donde salen, la sosa y la potasa en estado de silicatos y el ácido carbónico transforma ulteriormente estas bases en bicarbonatos. Esta suposicion podria hacer comprender la existencia de las masas de bicarbonatos ó de sesquicarbonatos de sosa que se encuentran en estado nativo en los lagos del alto Egipto y de la Hungria.

De este modo de ver participan muchos autores. M. J. Kuhlmann (5) da

(1) Tacheni; *Antiquissima hipocraticae medicinae clavis*, p. 14.—Hœfer: *Histoire de la chimie*. t. II, p. 231.

(2) Bergmann; *Opuscules chimiques et physiques*, trad. por Guyton de Morveau. Dijon, 1780, t. I, p. 172.

(3) *Annales de chimie et de physique*, 2a. série, 1821, t. XIX, p. 194.

(4) O. Henry; *Observations sur la composition de l'eau de Vichy* (Allier) en el *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1848, t. XIII, p. 5.

(5) Kuhlmann; *Memoire sur les chaux hidrauliques, les ciments et les pierres artificielles*. 1841, páginas 14-15.

la esplicacion siguiente para establecer la presencia de las cantidades de sílice disuelta en las aguas del Mont-Dore, en las de Islandia y en un gran número de saltadores y aguas de rio.

1.° La descomposicion de los carbonatos térreos por medio de los carbonatos de potasa ó de sosa puede dar lugar á silicatos térreos que por la accion lenta de las aguas cargadas de ácido carbónico ó de bicarbonatos alcalinos, pierden en algunas circunstancias el elemento calizo ó magnesiano.

2.° Por la formacion directa de pastas silíceas y aluminosas por descomposicion lenta, en contacto del ácido carbónico del aire, de los silicatos alcalinos disueltos en agua.

Por último añadiremos que es probable que los depósitos de sílice gelatinosa tan abundantes, en muchos puntos de Auvernia (Randan y Ceyssat) hayan sido segun M. Fournet, abandonados por las aguas minerales de este país. El profesor M. Dufrenoy (1) combate esta opinion á causa del descubrimiento de infusorios que ha hecho en esta sílice y prefiere considerarla como formando parte de los terrenos terciarios superiores de la Auvernia. En efecto, es sabido que M. Ehrenberg, de Berlin, en un trabajo muy notable ha hecho ver que la sustancia conocida con el nombre de *tripoli* no es debida mas que á los despojos de los animales infusorios. Mas adelante volveremos á insistir sobre esta cuestion al tratar de la formacion de las aguas minerales.

Ácido bórico. BoO^3

Bo	136,00	10,89	31,22
O^3	300,00	24,00	68,78
	436,00	34,89	100,00

El ácido bórico se designó primero con los nombres de *sal sedativa de Homberg, ácido del borax, borato hídrico, ácido borácico.* Se presenta en forma de láminas incoloras, de poco sabor, algunas veces algo amarillentas. Es mas soluble en caliente que en frio; 100 partes de agua á 20° disuelven 4 partes de él, y á 100° la misma cantidad de líquido toma 34.

Es un ácido poco enérgico que tiñe de color rojo vinoso la tintura de tornasol y de color de rosa el papel amarillo de cúrcuma. Disuelto en alcool da color verde á la llama de este líquido. La densidad del ácido bórico anhidro es de 1,83 y su calor específico de 0,23743 (Regnault). Su símbolo es BoO^3. Sin embargo en algunas obras se le dá la fórmula BoO^6; su equivalente 436,00 (BoO^3) es entonces 872,00 (BoO^6).

En estado hidratado tiene por fórmula (BoO^3, 3HO), su densidad no es mas que 1,48; en este caso se presenta en forma de escamitas blancas nacaradas.

El ácido bórico es muy debil; á la temperatura ordinaria, la mayor parte de los demás ácidos le desalojan de sus combinaciones, pero en cambio es sumamente fijo, lo que esplica la descomposicion á una temperatura elevada del sulfato de sosa por el ácido bórico: $SO^3\ NaO + BoO^3 = BoO^3\ NaO + SO^2 + O$: mientrás que en solucion es inversa ó sea $BoO^3\ NaO + SO^3 = SO^3\ NaO + BoO^3$.

Una de las propiedades mas importantes del ácido bórico es la de dar

(1) Dufrenoy; *Traité de mineralogie.* 1845, t, II, p. 107-114.

por la fusion ignea, masas vitreas diversamente teñidas segun los óxidos metálicos con quienes se ponen en contacto, propiedad de que se saca un partido ventajoso en las investigaciones químicas de análisis.

Algunas veces se encuentra el ácido bórico en capas delgadas sobre las lavas de los volcanes en actividad (Baudrimont); pero sobre todo existe en ciertas aguas de la Toscana donde se descubrió en 1777, en las de Monte Rotondo por Francisco Hœfer (1): se le encuentra tambien cerca de Siena en las lagunas llamadas *lagoni* en cuyo fondo hay pequeños cráteres (*suffioni*) que vomitan casi continuamente agua cargada de ácido bórico. De aquí es de donde se estrae todo el ácido para las necesidades del comercio, pero debe siempre purificarse porque segun han demostrado las análisis de MM. Robiquet y Payen (2); este ácido contiene frecuentemente sulfatos de magnesia, de amoniaco, de cal, de alumbre, sales de hierro y algunas materias orgánicas y cerca de 16 á 26 p. 0[0 de sustancias estrañas. Muchos químicos se han ocupado de la cuestion de la composicion del ácido bórico: citaremos entre ellos á Lemery el jóven (1729) á Geoffroy el jóven (1732) á Pott (1741) y Baron (1747 y 1752.)

Por último, el ácido bórico se ha reconocido en algunas aguas minerales de Alemania (H. Rose), y en Francia en las de Vichy (1), en las de Soultzmatt y en las aguas sulfurosas de los Pirineos. Estas investigaciones son debidas á MM. Bouquet (4), Bechamp (5), Filhol (6), J. Bouis (7).

Ácido clorídrico ClH.

Cl.	443,20	35,43	97,25	2 vol.
H.	12,30	1	2,75	2 vol.
	455,70	36'43	100,00	4 vol.

Este ácido se ha estraido primeramente de la sal marina, llamándosele *espíritu de sal, espíritu de sal marina, ácido muriático, gas muriático*, y por último, *ácido hidroclórico, cloruro hídrico, clorido hídrico.*

Es un gas incoloro, de olor fuerte y penetrante, que escita la tos y el lágrimeo, espuesto al aire esparce abundantes humos blancos, absorbiendo la humedad atmosférica. Los vapores amoniacales dán á estos humos blancos una intensidad mucho mayor. El ácido de que hablamos tiene por carácter especial el formar con las sales de plata solubles un precipitado blanco requesonado que se ennegrece espuesto á la luz, insoluble en agua, en el ácido azoótico ya frio, ya hirviendo, y muy soluble en el amoniaco.

La densidad del gas clorídrico es de 1,254 (Regnault), 1,2471 (Pelouze y Fremy) y su índice de refraccion es de 1,000449 (Dulong): su coeficiente de dilatacion es de 0,0036812 (Regnault). Se ha liquidado á la temperatura de 10° y bajo una presion de 40 atmósferas: y tambien á la presion ordinaria, y con un frio de 11.° Hasta ahora no se le ha podido hacer tomar el

(1) Hœfer; *Histoire de la chimie*, t. II, p. 392.—*Sopra il sale sedativo della Toscana*. Firenze, 1778.
(2) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1819, t. VIII, p. 359 y t. XI, p. 203.—*Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1818, t. IV, p. 39, y 1819, t. V, p. 258-261.
(3) *Comptes rendues de l' Academie des sciences*. 1853, t. XXXVI, p. 327.—*Ibid.* 1850, t. XXX, p. 735-1852, t. XXXV, p. 37.
(4) Bouquet; *Etude chimique des eaux minerales et thermales de Vichy, Cusset*, etc. Paris, 1854, un folleto en 8.°
(5) Bechamp y Bach; *Des eaux gazeuses alcalines de Soultzmatt* (Alto Rhin). Paris-Strasburgo, 1855. Un foll. en 8.°
(6) Filhol; *Eaux minerales des Pyrenées*. Paris, Tolosa, 1853, en 12, p. 259.
(7) J. Bouis; *Analyse des eaux d'Olette* en *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1853, t. XXXVI, p. 229.

estado sólido. Bajo la forma líquida es incoloro, tiene una densidad de 1,27, es algo refringente: gaseaso, no es ni comburente ni combustible. El agua á 0.° disuelve cerca de 480 veces su volúmen: esta solucion saturada contiene 6 eq. de agua, y presenta la densidad de 1,2109.

La análisis de este gas demuestra que está formado de volúmenes iguales de hidrógeno y de cloro unidos sin condensacion. Se representa por la fórmula ClH, y su equivalente 455,70 corresponde á 4 volúmenes de vapor.

Ya Plinio (1) habia demostrado que calentando una mezcla de cloruro de sodio, de sulfato de hierro y de arcilla, se obtienen vapores blancos irritantes. Glaubero (1658) (2) habla igualmente de ello en sus obras; pero Priestley (3) es el que en 1772 le obtuvo por vez primera libre y gaseoso.

El ácido clorídrico es muy abundante en las erupciones volcánicas. Así se encuentra frecuentemente en las inmediaciones del Vesubio. Se condensa con las materias acuosas, constituyendo arroyos, cuyas aguas están cargadas de él. M. Humboldt ha hallado este ácido en las aguas termales de Chucandiro, de Guinche, de San Sebastian, y de otros muchos puntos situados entre Valladolid y el lago de Cuzco en Méjico (4). Debemos añadir que tambien existe en el rio Vinagre y en el Páramo de Ruiz; como hemos dicho antes, segun las análisis de M. Bousingault, de D. Mariano de Rivero (5) y de Lewy (6).

Ácido sulfídrico SH.

S.	200,00	16	94,12	1/2 vol.
H.	12.50	1	5,88	2 vol.
	212.50	17	100,00	2 vol.

Gas hepático, aire pesado, hidrógeno sulfurado, ácido hidrosulfúrico, gas sulfídrico, sulfuro de hidrógeno, sulfuro hídrico, sulfido hídrico; tales son los nombres que se han dado y se dan todavia á este hidrácido.

Este cuerpo es gaseoso, incoloro, de olor de huevos podridos, muy marcado. Se inflama aproximándole un cuerpo encendido y arde con una llama azul, dando agua, ácido sulfuroso y azufre $2HS+O^4=2HO+SO.^2+S$.

La densidad de este gas es igual á 1,9012: bajo una presion de 19 atmósferas, y á la temperatura de 16.° se reduce á un liquido muy refringente, de la densidad de 0,90: la operacion se ejecuta en un tubo de Faraday, descomponiendo el protosulfuro de hierro con el ácido clorídrico. La electricidad y una temperatura elevada, descomponen fácilmente este gas, que se separa en sus radicales hidrógeno y azufre.

El cloro, el bromo y el yodo le descomponen tambien, apoderándose de su hidrógeno, y dejando el azufre en libertad.

Esta reaccion se utiliza para descomponer este gas dotado de propiedades tan deletéreas, pues que 1/1500 basta para matar un pájaro, y 1/200 un caballo (Thenard y Dupuytren) (7), Nisten (8): el acido en cuestion se descompone igualmente con el ácido sulfuroso, $SO^2+2HS=2HO+S^3$

Esta descomposicion solo se verifica en presencia de la humedad. El ácido azoótico le transforma tambien en azufre, en agua y en vapores rutilantes:

(1) Hœfer; *Histoire de la chimie*, t. I, p. 110.
(2) Glauber; *Opera chimica*. Francfort, 1658, en 4.°—*Philosophische Oefen*, 1.ª parte, cap. XXV, p. 29.
(3) Priestley; *Of air procured by means of spirit of salt*. Londres, 1772, p 90.—*Observation on different kinds*, etc., trad. francesa por Gibelin. 1777.
(4) Dufrenoy; *loc. cit.*, t. II, p. 84.
(5) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1824, t. XXVII, p. 113.
(6) *Annales des mines*, 4.ª serie, 1849, t. XV. p. 10.
(7) *Journal de medecine de Leroux*. 1802.
(8) *Journal de Sedillot*. Octubre, 1802.

por último, resguardada del contacto del aire, esta mezcla produce esplosion y se inflama (Baudrimont).

El agua á la temperatura de 10.° disuelve tres volúmenes de este gas: es necesario que este agua haya sido privada de aire, hirviendola por muchas horas, de otro modo se formarian rápidamente algunos ácidos oxigenados del azufre. Al cabo de cierto tiempo, la disolucion de hidrógeno sulfurado se enturbia principalmente por la accion del aire, se forma en este caso agua y azufre, que puede contener como el *magisterio de azufre*, una pequeña cantidad de *polisulfuro de hidrógeno*, y el líquido se vuelve lechoso. El agua saturada de cloruro de sodio, disuelve mucho menos hidrógeno sulfurado, segun M. Gaultier de Claubry.

Entre los caractéres especiales que presenta el ácido sulfídrico, debe contarse en primer lugar su accion sobre las soluciones salinas metálicas ó sobre ciertos metales que ennegrece, pardea, vuelve amarillos ó de color amarillo naranjado, etc.

La análisis demuestra que este gas está formado de 2 volúmenes de hidrógeno, y de $^1/_2$ de volúmen de azufre en vapor.

A M. Scheele es deudora la ciencia del descubrimiento de este gas (1) (1777). Ya en 1773 le habia indicado Rouelle, el jóven que reconoció su inflamabilidad. Muchos químicos le examinaron despues: Bergmann (1778), Kirwan (1786), los químicos holandeses (1792). Berthollet (1794), Proust (1806), Berzelius (1807), Gay-Lussac y Thenard (1812), y un gran número de sábios mas modernos.

El ácido sulfídrico es bastante abundante en la naturaleza. Existe á la inmediacion de los volcanes, se produce en las erupciones volcánicas, y iraccionándose, dá depósitos considerables de azufre. Las materias orgánicas al descomponerse dán durante la digestion orígen á este gas ácido que aparece en los gases intestinales.

Pero en estado de disolucion es bastante abundante en ciertas aguas: unas veces libre y otras en combinacion con las bases formando súlfuros: ó bien á la vez libre y combinado. La descomposicion de este gas en las aguas produce estalactitas é incrustaciones de azufre que depositándose en los conductos acaban por obstruirlos; este hecho sobre todo se ha observado en las aguas de Aix-la-Chapelle.

En algunas localidades el hidrógeno sulfurado se desprende de ciertas aguas á borbotones: en Saint-Barthelemy, cerca de Grenoble por ejemplo, el terreno de donde sale la fuente es un esquisto arcilloso gris, agregado á otras capas calizas en las que no se reconoce ninguna relacion aparente con las rocas de naturaleza ignea (2). La formacion de este gas es en este caso muy difícil de esplicar.

En las aguas sulfurosas termales, como las de los Pirineos (Bareges, Bagneres-de-Luchon, Cauterets etc.) el gas hidrosulfúrico está en disolucion en estado de súlfuro y no se conoce bien su orígen; en otras aguas de temperatura poco elevada como las de Enghien, de Pierrefonds, de Schisnack; de Euzet etc., el hidrógeno sulfurado ó los súlfuros que forma parecen proceder de la reduccion de ciertos sulfatos, por ejemplo el de cal, por materias orgánicas turbosas, produciéndose al mismo tiempo que el ácido sulfídrico ácido carbónico y ázoe. Trataremos este punto teórico con mas estension en el capítulo de la formacion de las aguas sulfurosas.

El agua del mar contiene tambien cierta cantidad de hidrógeno sulfurado, segregado por los moluscos univalves y bivalves (Dumas y Lewy).

(1) Scheele; *On air and fire*, trad. inglesa. Londres, 1780, en 8.°, p. 186.
(2) Dufrenoy; *Traité de mineralogie, loc. cit.*, t. II, p. 66.

Este ácido obrando sobre los nitratos los descompone, da orígen á amoniaco y agua, mientras que el hidrógeno libre ó combinado se desprende en estado gaseoso despues de la destruccion completa del ácido azoótico sobre cuyos elementos obra. Tal es, segun M. Marchand, la causa por la cual no se encuentra nitrato en el agua del mar (1). En ciertas costas del Africa, M. Daniel ha observado un desprendimiento espontáneo de hidrógeno sulfurado, que atribuye á la accion de las materias vejetales sobre el sulfato de magnesia que contiene el agua del mar. De aquí la insalubridad del aire cuando se pasa del Océano á rios tortuosos y estrechos, llenos frecuentemente de detritus vejetales (2).

BASES ALCALINAS, TÉRREAS Y METÁLICAS.

Es probable que la potasa, la sosa, el amoniaco, la litina y otros álcalis se hallen en estado de libertad en las aguas minerales (3). La presencia de los ácidos que coexisten en las aguas y que acabamos de mencionar, debe hacer creer que se forman siempre combinaciones salinas, combinaciones que no son las mismas á los ojos de todos los químicos, y sobre las cuales tendremos ocasion de hablar mas largamente discutiendo las diversas opiniones emitidas con este motivo.

Nos contentaremos aquí con indicar los caracteres de los diversos álcalis, enumerando al mismo tiempo las combinaciones mas probables y mas frecuentes á que dan orígen en las aguas.

	Potasa. KO.		
K	488,93	39,14	83,96
O	100,00	8,00	16,04
	588,93	47,14	100,00

La *potasa* ó *protóxido de potasio* existe en estado salino en las cenizas de los vejetales: casi siempre está unida con un equivalente de agua; su fórmula entonces es KO,HO, y su equivalente 701,43; por último su peso específico es 1,706. Se presenta en forma de un sólido blanco, algunas veces algo amarillento, muy soluble en agua y en alcool, fusible, untuoso al tacto y muy cáustico. Para tener el óxido de potasio anhidro es preciso calentar un pedazo de potasio en el oxígeno, y entonces se tiene el equivalente 588,93. En hidrato sus caracteres mas especiales son: ser fijo al fuego, formar con el *cloruro de platino* una sal doble insoluble, y con el *ácido oxiclórico* un precipitado granujiento insoluble en alcool.

Espuesta al aire la potasa atrae la humedad por ser delicuescente: es uno de los cuerpos mas ávidos de humedad y de ácido carbónico que se conocen. Si este cuerpo está en disolucion en el agua puede destruir la mayor parte de las materias orgánicas con gran facilidad, aun sin elevacion de temperatura, y ya sean ó no azoadas estas materias, se forma, segun la observacion de Gay-Lussac, con las primeras oxalato de potasa, con las segundas un desprendimiento de amoniaco.

Muchas sales potásicas están esparcidas en la naturaleza; algunas existen en las aguas minerales.

(1) Marchand; *Eaux potables*, en *Memoires de l'Academie imperiale de medec.* 1855, t. XIX, p. 12-14.
(2) *Philosophical Magazine*, núm. 121.—*Annales de mines*, 4.ª série, 1842, t. II, p. 419.
(3) La opinion de M. Longchamp de que el amoniaco y la sosa se hallan en estado de libertad en algunas aguas de los Pirineos, no está admitida en el dia.

Citaremos primero el *azoato* ó *nitro*, designado tambien con el nombre de *salitre*. Esta sal es blanca, inodora, de sabor fresco, amargo y picante: cristaliza en prismas de seis caras terminados por pirámides exaédricas; se funde á 300°, se eflorece, se disuelve en agua y en alcool, y por último se funde sobre las ascuas. Se encuentra este compuesto abundantemente, sobre todo en ciertas cavernas, en las cuevas sobre materiales salitrosos, ó al menos sobre los elementos que sirven para formarlos. Algunos paises son muy ricos en eflorescencias de nitro; la India, la China, la Persia, la Arabia, el Egipto, la España, etc.; se cita en Italia el notable salitral de Molfetta, y por último, en Francia las tenemos en las Landes, en Villeneuve-les-Avignons, en Rouen, en Evreux y en la Roche-Guyon (Seine y Oise), así como en las cercanías de Angulema; se han encontrado tambien vestigios de nitro en algunos manantiales de la Hungría.

Se conocen tres *fosfatos* de potasa, que son blancos y cristalizados.

El primero, PhO^5,2KO,HO, es insoluble en alcool. Sus cristales son irregulares.

El segundo da cristales regulares y voluminosos. Está formado de PhO^5, KO,2HO.

El tercero cristaliza en agujas, es PhO^5,3KO. Es delicuescente.

El *fosfato de potasa* se ha reconocido en el agua de Godelheim en Westphalia, y el *fosfato doble de alúmina y de potasa* en las de Passy, cerca de Paris, y de Ronneby, en Suecia.

El *sulfato de potasa*, muy abundante en las sales de Varechs, se ve tambien en algunas aguas minerales y en el agua del mar; es anhidro, blanco, cruje entre los dientes y cristaliza en prismas de seis caras terminados por pirámides hexaedras.

El *cloruro*, *bromuro* y *yoduro de potasio*, siempre próximos á las sales análogas de sodio á que acompañan, se encuentran en las aguas salinas, y sobre todo en las saladas.

El *cloruro de potasio* (ClH) es blanco, cristaliza en cubos ó en prismas rectangulares siempre anhidros. Es amargo y salado, y mas soluble en agua caliente que en la fria. El agua de Uleaborg en Suecia le contiene (Julin) (1).

El *bromuro de potasio* (BrK) es blanco y muy soluble en agua; cristaliza tambien en cubos ó en prismas rectangulares.

Por último, el *yoduro* (IK) es blanco tambien: cristaliza en cubos de sabor amargo y salado. Se disuelve en alcool, pero sobre todo en agua. Las sales solubles de *paladio* le precipitan de color *negro pardusco*.

Terminaremos, por último, diciendo que M. Vogel (2) ha demostrado en el agua de Bruckenham la presencia del *acetato de potasa*.

Esta sal, llamada antes *tierra foliada de tártaro*, es blanca y muy soluble en alcool. Calcinada da carbonato de potasa y en presencia de las bases fijas el carbonato va acompañado de hidrógeno proto-carbonado (Persoz).

(1) El Sr. Casares dice haber encontrado el *bromuro de potasio* en las aguas minerales de Lugo, y el *cloruro* en las de Arteijo (Galicia).

(*Nota del Traductor.*)

(2) *Journal de pharmacie*, 2.ª série, t. XII, p. 8.

Litina. LiO

Li	80,53	6,53	44,54
O	100,00	8,00	55,46
	180,53	14,53	100,00

La *litina* ó *protóxido de litio* solo es conocida de los químicos desde hace muy pocos años. Arfewdson (1) la descubrió en 1817 en muchos minerales de Suecia (petalita, espodumen, turmalina, apira, trifana, lepidolita y ambligonita.)

Los caracteres de la litina son los siguientes: es una base enérgica, cáustica, análoga á la potasa, que ataca enérgicamente al platino y no existe mas que en estado de hidrato: LiO, HO.

Esta base es muy poco soluble en agua y no atrae la humedad del aire: resiste á un calor muy elevado sin descomponerse.

Berzelius, consideraba como muy rara la presencia de la litina en las aguas minerales, pero despues de muchos trabajos recientes se ha indicado en cierto número de manantiales; asi en Marienbad (Bohemia) se ha reconocido en estado de carbonato. MM. Legrip y O. Henry la han visto en las aguas de Evaux (Creuse) (2) y despues se ha indicado en las de Vichy (Allier) (3) en las de Saint-Honoré (Nievre) etc. (4): es muy probable tambien que todas las aguas que salen de los terrenos graníticos contengan vestigios de ella. M. Marchand, de Fecamp (5), lo mismo que otros químicos, atribuye la presencia de esta base á la descomposicion de las micas. Diremos por último que un geólogo distinguido, M. Delesse (6) ha hallado la litina en la roca de los Vosgos, lo cual ha permitido esplicar su presencia en las aguas de Plombieres.

Sosa. NaO.

Na	287,17	23,00	74,17
O	100,00	8,00	25,83
	387,17	31,00	100,00

La *sosa* ó *protóxido de sódio* que se llamó antes *álcali mineral* para distinguirla de la potasa (*alcali vegetal*) y del amoniaco (*álcali animal ó volátil*) se aproxima bastante á la potasa por muchas de sus propiedades físicas y químicas: es sólida, blanca amarillenta, soluble en alcool, muy cáustica que generalmente retiene un equivalente de agua para constituir el hidrato NaO, HO; puede obtenerse anhidra, calentando un fragmento de sódio en oxígeno seco: su equivalente se representa entonces por el número 387,17. Al disolverse en agua la sosa da lugar á un desprendimiento de calor que prueba su gran afinidad para con este líquido. No se distingue

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1819, t. X, p. 82.
(2) Tripier, neveno; *Essai sur les eaux d'Evaux*. Paris, 1858, folleto.
(3) O. Henry; *Analyse des eaux d'Evaux* (Creuse) en el *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1840, t. V, p. 255.—1845-44, t. IX, p. 656.
(4) O. Henry; *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1839, t. III, p. 765. *Journal de pharmacie*, 3.ª série, 1852, t. XXI, p. 401.
(5) Marchand; *Des eaux potables*, *loc. cit.*
(6) O. Henry y Lheritier; *Hydrologie de Plombieres*. Paris, 1855, en 8.°, p. 105-110.—Delesse; *Memoire sur la constitution mineralogique et chimique des Vosgues*, inserta en las *Memoires de la Societé d'emulation du Doubs*. 1847.—*Annales des mines*, 5.ª série, 1855, t. III, p. 569.

de la potasa mas que por caracteres en general negativos y por la marcada diferencia de algunas de sus combinaciones salinas.

Duhamel en 1736 (1) fué el que distinguió esta base de la potasa, y sus esperiencias las confirmó Margraff en 1762. (2) Existe en estado de libertad en la naturaleza; sin embargo algunos autores han aventurado que era el único álcali que se encontraba libre en las aguas minerales: así Black ha admitido su presencia en los Geysers de Islandia y en las aguas de Reykum del mismo pais; pero otros autores creen que puede muy bien hallarse combinada con la sílice (Soubeiran); Longchamps la habia admitido libre en las aguas de los Pirineos. Como hemos dicho antes, esta teoria combatida por Anglada hace mucho tiempo no está aceptada en la ciencia en el dia.

Se encuentra la sosa en la naturaleza formando combinaciones salinas y frecuentemente en mucha abundancia en las aguas minerales, mientras que es muy limitada la presencia de las sales de potasa. Esta circunstancia debe agregarse á las causas especiales de la formacion de las aguas.

Cuando se queman plantas marinas (fucus, varechs etc.), las cenizas que resultan de esta operacion son ricas en carbonato de sosa y contienen además cloruro, bromuro y yoduro alcalinos. El *carbonato de sosa* natural llamado antes *natron* es ó un *bi* ó un *sesquicarbonato*: contiene, segun la temperatura á que se han calentado las aguas madres para hacerle cristalizar, cantidades variables de agua; porque puede contener 1, 5, 8 ó 10 equivalentes. Este carbonato es muy abundante en las aguas de ciertos lagos *natríferos* que se ven en Hungria, en las riberas del mar Negro, del mar Caspio, en Arabia, en Persia, en las Indias, en el Thibet y por último en América, pues que existe en Méjico y en Buenos Aires: en Egipto se estrae en forma de sesquicarbonato de los lagos situados al Oeste del Nilo; está mezclado con cloruro de sódio que puede separarse por medio de sucesivas cristalizaciones. Estos lagos están formados en calizas y segun Berthollet y Guyton de Morveau (3) el cloruro de sódio y el carbonato de cal obrando bajo la influencia de las masas producen por doble descomposicion carbonato de sosa y cloruro de calcio. Diversas aguas minerales son muy ricas en bicarbonato y en carbonato de sosa, tales como las de Vichy, de Cusset, de Vals, de muchos manantiales de Auvernia, de Carlsbad, de Tœplitz etc. y la presencia de estas sales de sosa en las fuentes termales, dice M. Beudant que ha hecho sospechar que en el mayor número de localidades, estas sales son arrastradas á la superficie del terreno por las aguas minerales que están mas ó menos cargadas de ellas. (4)

El *sulfato de sosa natural*, cuya fórmula es: SO^3, NaO, 10HO, es una sal blanca, de sabor fresco y amargo á la vez: cristaliza en magníficos prismas de seis caras terminados por puntas diedras. Abunda mucho en ciertas aguas minerales. Se encuentra en las paredes de varias minas de Ischl (Austria) y en disolucion en las aguas de algunos lagos de la baja Hungria y del Austria. En Neusiedel, por ejemplo, esta sal resulta segun M. Dufrenoy, de la doble descomposicion del cloruro de sódio y del sulfato de cal. Tambien en la evaporacion del agua de un gran número de manantiales se obtiene una mezcla de sulfatos de sosa y de cal: la que se designa con el nombre de *schlot*, se forma en el agua de las salinas. Las aguas del mar son tambien muy ricas en sulfato de sosa y para estraer de ellas esta sal, debemos al profesor M. Balard, un ingenioso procedimiento que se practica en el dia en

(1) *Memoires de l'Academie royale des sciences de Paris*, 1736.
(2) Margraf; *Opuscules chimiques*. Paris, 1762, en 8.°, vol. II, dis. XXIV, p. 331.
(3) *Annales de chimie*, 1800, t. XXXIII, p. 345.
(4) Dufrenoy; *Mineralogie*. 1845, t II, p. 160.

muchas salinas del Mediterráneo. (1) Para terminar lo relativo á este asunto añadiremos que en la naturaleza se encuentra frecuentemente asociado á otros sulfatos, como los de *magnesia* (*bledi a* de Ischl, *reusina* de Egra) los de *potasa*, de *magnesia* y de *cal*, mezclados además con cloruros de magnesio y de sódio (*polialita* de Ischl); por último el Sr. Casaseca ha hallado en la salina de Espartinas, cerca de Madrid un sulfato de sosa anhidro que ha denominado *thenardita*.

El *borato de sosa ó borax*, cuyo nombre viene de una palabra caldea que significa *blanco*, está cristalizado en prismas exaedros; por lo comun impuro y mezclado con una materia grasa particular.

Existe en las aguas de ciertos lagos, en Transilvania, en China, en Thibet, en las Indias, en la isla de Ceylan y en las minas de Escapa y de Viquatizon, en el Potosí.

Se saca de las aguas, en las que existe en notable cantidad, por medio de una evaporacion análoga á la de las lagunas saladas.

El *azoato de sosa*, sal incolora, cristaliza en romboedros casi cúbicos: es muy abundante en muchas localidades de la América del Sur, sobre todo en el Perú (en Taracapa, Atacama), cuyos depósitos ha descubierto y estudiado D. Mariano Rivero (2). Probablemente existe en ciertas aguas. El *fosfato de sosa*, poco esparcido en las aguas minerales, se ha hallado, sin embargo, en algunas; las de Seltz y de Ernabrunnen, por ejemplo.

Por último, llegamos al *cloruro de sodio*, que es muy abundante en masas sólidas en el seno de la tierra, en solucion en el agua del mar (sal marina) y en los manantiales salados de algunas salinas (Chateau-Salins (Meurthe) Bex, etc.). Es incoloro y cristaliza en cubitos ó cubo octaedros, que afectan la forma de tolvas. Su fórmula es ClNa: su sabor francamente salado, decrepita al fuego, y es sumamente soluble en agua casi tanto en frio como en caliente. Cuando forma masas considerables en algunos terrenos, lleva el nombre de *sal gemma*, es mas ó menos pura, y algunas veces está mezclada con betun, azufre, creta ó yeso. Sucede en ciertos casos que las capas de sal están separadas por otras de marga azulada ó gris penetradas por sal fibrosa (salinas de Dieuce, de Bex, en Suiza). Los depósitos de esta sal están siempre acompañados de manantiales salados, algunos de los cuales han conducido á descubrir aquellos, como sucedió con las minas del departamento de Meurthe. No hay duda que el estado salobre de estas aguas es resultado de la disolucion de la sal gemma por las aguas de infiltracion que suben á la superficie del terreno, formando pozos artesianos naturales (Dufrenoy).

Añadiremos, por último, que la sal gemma contiene *yoduro* y *bromuro* de la misma base (3) hecho que se ha demostrado muchas veces.

Amoniaco AzH^3,HO.

AzH^3	212;50	17	66,00
HO	112,50	9	34,00
	325,00	26	100,00

Este gas es incoloro, tiene un olor fuerte y penetrante, que produce la

(1) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1844. t. XIX, p. 706.—*Journal de pharmacie*, 3.ª série, 1844, t. VI, p. 406.
(2) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1818, t. XVIII, p. 442.
(3) Serullas; *Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1825, t. XVI, p. 522.—O. Henry; *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1848, t. XIV, p. 245.

sofocacion y una irritacion muy viva de las conjuntivas. Su densidad es 0,5967 (Regnault). Es impropio para la respiracion y combustion. No es comburente en el aire atmosférico, pero arde con una llama amarilla en el oxígeno puro. Este gas se ha liquidado (Bussy) y aun solidificado (Faraday).

El gas amoniaco, que se forma en todas las circunstancias en que entran en putrefaccion, y se descomponen las materias azoadas, se disuelve fácilmente en agua que toma 670 veces su volúmen, y dá entonces un líquido que tiene la composicion siguiente: AzH^3,HO^1, ó bien $AzH^4O,5HO$. No entraremos aquí en la cuestion de si es ó no una disolucion de óxido de amonio, porque seria ageno del objeto de nuestra obra. Las propiedades del amoniaco son las siguientes: en solucion en agua es un líquido incoloro, que tiene un sabor cáustico y urente, y olor fuerte y penetrante. Su peso específico es 0,875; hierve á 10.°; pero este punto de ebulicion se eleva á medida que el gas abandona el liquido. Sometida á la temperatura de—40.° la solucion amoniacal, se fija y pierde su trasparencia (Baudrimont): por último, añadiremos, que este líquido pardea la tintura de cúrcuma, enverdece el jarabe de violetas y restituye el color azul al tornasol enrojecido por un ácido. Dá con el cloruro de platino una sal doble muy poco soluble, y con el fosfato de magnesia un abundante precipitado blanco.

Se encuentran con bastante frecuencia algunas sales amoniacales en las aguas minerales, principalmente el carbonato, el sulfato y el cloridrato.

Berzelius ha indicado tambien (1) en las aguas de Porla, en Suecia, el apocrenato y el crenato de amoniaco.

Debemos añadir que MM. Viale y Latini (2) profesores de la universidad de Roma, han admitido la presencia del amoniaco en todas las aguas: atribuyen su formacion á la descomposicion de materias orgánicas, vejetales ó animales en contacto de los óxidos metálicos ó térreos: y segun dicen, el amoniaco preexiste en todos los vejetales, hallándose en combinacion con algunos de sus ácidos.

Estos dos autores creen que las aguas estancadas, tales como las del mar próximas á las playas, dán muchas sales amoniacales: cuando por la influencia de los rayos solares, el líquido aumenta de temperatura, y viene á humedecer las arenas ardientes de la costa, las sales alcalinas preponderan, descomponen entonces las sales amoniacales, y se desprende el gas amoniaco; de este modo esplican MM. Viale y Latini su presencia en las nieblas infectas llamadas *brumas marinas* (*nieblas marinas*), cuya influencia sobre las plantas y los animales, parece que es tan perniciosa.

Sin embargo, no todos los químicos están conformes respecto de la presencia del amoniaco en todas las aguas, y si se ha reconocido en algunas, aun en las aguas pluviales, hay otras, por ejemplo, las sulfurosas, en las que no parece demostrarlas la análisis.

Con este motivo, citaremos una memoria que M. J. Bouis, ya conocido por importantes trabajos hidrológicos, ha presentado á la Academia de Ciencias, sobre la presencia del amoniaco en las aguas minerales sulfurosas: este químico ha deducido las conclusiones siguientes de los resultados de su trabajo: (3)

«1.° Las aguas termales sulfurosas no contienen el menor vestigio de amoniaco, cuando salen directamente de los terrenos graníticos (Olette, Amelie les Bains, la Preste, Vernet, Bareges, etc.)

2.° Las aguas sulfurosas, aun las llamadas naturales, pero que no salen

(1) *Annales de chimie et de physique*, 1833, t. LIV. p. 219.
(2) *Journal de pharmacie*, 1833, 3.ª série, t. XXIII, p. 376.
(3) *Comptes rendues de la Academie des sciences*, 1833, t. XLI, p. 1161.

directamente del granito, y que contienen una porcion de cloruro y de sulfato de cal, mayor que las aguas de la primera série, encierran tambien proporciones diversas de él (Eaux-Bonnes, Labassere).

3.° Las demas aguas sulfurosas que salen de terrenos mucho menos antiguos, y cuyo orígen debe atribuirse á la descomposicion de los sulfatos por ciertas materias orgánicas, producen proporciones notables de amoniaco (Enghien, Belleville, Thernes, etc.)»

Estas esperiencias sobre la presencia ó falta del amoniaco, tienden, segun el autor, á demostrar en lo que se refiere á las aguas sulfurosas, que si en cierto número de ellas puede admitirse que su sulfuro provenga de la descomposicion de los sulfatos por las materias orgánicas, esta hipótesis hallaria una aplicacion mucho menos fácil en las que salen directamente de las rocas primitivas. Quizá podrá decirse que la alta temperatura de las primeras aguas (Olette, Vernet, Bareges, etc.), ha podido dejar volatilizar el gas amoniaco, mientras que se le encuentra en las menos termales de Labassére y en las frias de Challes, de Enghien, etc.

Barita BaO.

Ba	858,00	68,64	89,56
O	100,00	8,00	10,44
	958,00	76,64	100,00

Scheele (1) en 1774 descubrió la barita en una mina de manganeso. Designada primero con los nombres de *barote*, *barita*, *tierra pesada*, la barita ú óxido de bario, la estudiaron sucesivamente, Gahn (1775), Bergmann (1775) (2), Morveau, Kirwan (3) Wiegleb, Afswelius, Crawfort, (1790) (4), Hope (1793 (5), Pelletier, Fourcroy, Vauquelin (1797) (6), etc. Es un cuerpo blanco, agrisado, esponjoso, muy caustico, fusible solo al soplete de Newmann. Es muy ávida de agua con la que dá un hidrato (BaO,HO) que se presenta en forma de un polvo blanco agrisado: esta combinacion con el agua vá acompañada frecuentemente de un desprendimiento de luz: tan considerable es el calor. Los ácidos sulfúrico y clorídrico la ponen tambien candente, cuando se echan algunas gotas sobre un pedazo de barita cáustica. Es un carácter distintivo que no tiene la estronciana.

A 15° toma el agua 1|20 de su peso de barita y solo 1|10 á 100°, propiedad que la asemeja á la cal.

La barita absorve fácilmente la humedad y el ácido carbónico del aire. Un esceso de este último ácido dá un bicarbonato de barita soluble, fenómeno que puede esplicar la presencia de esta base en algunas aguas minerales. El carácter distintivo de la barita es formar con el ácido sulfúrico un compuesto considerado como insoluble (al menos para nosotros) en los ácidos, y una combinacion insoluble con el ácido fluosilícico. Además, su densidad es considerable, puesto que es igual á 4,0.

La barita no existe en la naturaleza mas que en estado de combinacion y principalmente con los ácidos carbónico y sulfúrico.

El *carbonato de barita* es una sal que presenta las propiedades siguien-

(1) Sheele; *De magnesia nigra. Opuscula chimica et physica.* Leipsick, 1798, vol. I, p. 144.
(2) Bergmann; *Opuscules chimiques et physiques.* Dijon, 1780, t. III, p. 291.—IV, 261.
(3) Kirwan ; *On mineral waters*, p. 274.
(4) Thomson; *Systeme de chimie.* Paris, 1818, t. I, p. 390.
(5) *Transactions d'Edimbourg.* 1793, t. IV, p. 56.
(6) *Annales de chimie*, 1797, t. XXI, p. 115 y 276.

tes: es incolora, completamente insoluble en agua. (El bicarbonato puede ser soluble). Su densidad es 4,29.

Cristaliza en prismas romboidales ó bien aparece tambien en forma de rádios redondeados que tienen una fractura fibrosa radiada.

Se encuentran en Inglaterra y en otros lugares muchos lechos de él: citaremos los de Snaibach en que está unido con un mineral de plomo, y el de Stein-Bauer (Alta Stiria); se ha descubierto en las aguas de Luxeuil (Alto Saona), en las que existe con el manganeso y despues en las de Lamscheid. En el Cumberland se ha indicado tambien con el nombre de *barita calcita*, un carbonato doble de barita y de cal de la densidad de 3,6 (Dufrenoy).

El *sulfato de barita ó espato pesado, piedra de Bolonia, baritina* de los mineralogistas, es un cuerpo blanco muy pesado de la densidad de 4,7 que se presenta ya en estado cristalizado, compacto, fibroso, ya sacaroideo térreo. La barita sulfatada cristaliza generalmente en tablas ó en prismas rectos romboidales. Tiene una clivacion triple.

El sulfato de barita es insoluble en agua y no se descompone por la accion del calor. La barita sulfatada que se ha encontrado en Transilvania, en Inglaterra, en España (Almaden), ó en Italia cerca de Bolonia, se halla tambien en abundancia en algunas localidades de Francia, como en Roure y en Royat, en el Puy-de-Dome en que está en cristales bien determinados; por el contrario en Chaude-Fontaine, cerca de Lieja, los ejemplares están en pequeñas capas testáceas. La barita sulfatada acompaña con frecuencia á minerales metálicos (plomo, mercurio, plata, cobre y antimonio) y tambien algunas veces está impregnada de betun.

Por último, se ha dicho que el *cloruro de bario* existe en algunas aguas (Bergmann), pero este es un hecho muy raro.

Se conocen algunos minerales que son verdaderas combinaciones de barita, de cal y de estronciana y que pueden hacer comprender la existencia de estas bases en el agua. La *barito-calcita*, CO^2 $CO+CO^2$ BaO, la *calstron barita*, $2SO^3$, $BaO+CO^2CaO+CO^2StO$; por último la *dreelita*, encontrada en Beaujeu (Saona y Loira) y que contienen sulfatos de barita y de cal, carbonato de cal, alúmina, sílice, cal y cierta cantidad de agua.

ESTRONCIANA. StO

St.	548,00	43,84	84,56
O	100,00	8,00	15,44
	648,00	51,84	100,00

La *estronciana* ú *óxido de estroncio* debe este nombre á un mineral hallado en el cabo Estroncian (Escocia) y en el que le sospechó Crawfort (1790) la existencia de una nueva sustancia. Hope y Kraproth (1) en 1793-94, hicieron el descubrimiento de esta base, Kirwan dió á conocer sus mas importantes propiedades, y despues de él Pelletier, Fourcroy, Vauquelin (2) completaron su estudio. La estronciana es un cuerpo blanco agrisado, esponjoso, cáustico, muy parecido á la barita y de propiedades muy análogas. Es muy ávida de agua y de ácido carbónico. Con el primero de estos cuer-

(1) *Crell 'Annalss.* 1793, vol. I, p. 189.—1794, vol. II. p. 99.—*Journal des mines*, núm. 5, p. 61.—Thenard; *Traité de chimie*, 6.ª edic., 1854, t. II, p. 174.

(2) *Annales de chimie.* 1797, t. XXI, p. 113 y 276.—*Journal des mines*, 1798, p. 3.

pos, dá la estronciana un hidrato cristalizado StO, 10 HO que calentado se convierte en StO, HO, algunos químicos admiten que la estronciana no puede perder este último equivalente de agua, otros como Smith pretenden que basta la temperatura roja para desalojarle.

La estronciana se disuelve en 52 partes de agua. Su densidad es 4, (Hœfer).

El ácido fluosilícico forma con la estronciana una sal soluble y el ácido sulfúrico un sulfato sensiblemente soluble en agua y en los ácidos. Las sales de estronciana disueltas en alcool comunican un hermoso color purpúreo á la llama de este vehículo cuando se inflama.

La estronciana, lo mismo que la barita, no existe en la naturaleza mas que en estado de combinaciones.

El *carbonato de estronciana* ó *estroncianita* es blanco, incoloro cuando está cristalizado, de la densidad de 3,65. Un calor muy elevado le descompone. Cristaliza generalmente en agujas largas prismáticas que por su agrupamiento dan orígen á masas aciculares (Dufrenoy). Es un cuerpo bastante raro y que apenas se encuentra mas que en Escocia y en Sajonia.

Por el contrario la *estronciana sulfatada* está mas esparcida y presenta muchos puntos de contacto con la barita sulfatada.

La combinacion de ácido sulfúrico y estronciana, llamada por los mineralogistas *celestina*, tiene las siguientes propiedades: es un cuerpo blanco, insípido, apenas soluble en 3000 ó 4000 partes de agua y que cristaliza en prismas romboidales transparentes, como la de Sicilia, ó que tienen el aspecto de panes redondeados amorfos, como podremos convencernos de ello en Montmartre, y Menilmontant. Su densidad es 3,89.

Los lechos que hay en Sicilia son notables sobre todo por la presencia de hermosos cristales octaédricos de azufre que acompañan á la estronciana sulfatada.

En Francia, citaremos sobre todo los de Beaumont (Dordogne), de Montmartre, de Sannois y de Meudon, en las cercanias de París. Por último con mucha frecuencia la estronciana sulfatada va acompañada de barita y de cal sulfatadas, asi como tambien de sal gemma.

El sulfato de estronciana se ha demostrado en las aguas de Louesche y el carbonato en las de Sedlitz, de Carlsbad, de Egra, de Lamscheid y de Enabrunen.

Cal. CaO.

Ca	250,00	20,00	71,42
O	100,00	8,00	28,58
	350,00	28,00	100,00

La *cal* ú *óxido de cálcio*, CaO, es un sólido blanco, amorfo, compacto, soluble en agua, fusible solo á la temperatura del soplete de Newmann; su densidad es 2,3.

Espuesta al aire, la cal se apodera de la humedad y del ácido carbónico con el cual forma un compuesto insoluble.

El agua en pequeña cantidad, resquebraja la cal reduciéndola á un polvo que tiene el nombre de *cal apagada* (CaO, HO): esta descomposicion va acompañada de un calor muy vivo que llega algunas veces hasta la *incandescencia* en los primeros momentos: si se aumenta la proporcion de agua se obtiene una papilla clara llamada *leche de cal* y por último el agua en

mayor cantidad se carga de cal y produce un líquido incoloro, de sabor particular, impropio para disolver el jabon y para cocer las legumbres, que constituye el agua de cal. Segun Dalton 100 partes de agua á 15°, disuelven $^1/_{778}$ de cal, mientras que á 100°, no disuelven mas que $^1/_{1270}$. Esta diferencia de solubilidad esplica por qué el agua de cal se enturbia cuando se hierve. El azúcar mezclado con esta base favorece su disolucion produciendo sacarato de cal mas soluble. (E. Peligot.) La cal no está libre nunca en la naturaleza sino que se halla combinada con los ácidos y se presenta principalmente en forma de *carbonato* y de *sulfato*.

El *carbonato de cal*, cuerpo polimorfo por escelencia, se encuentra en la naturaleza bajo un gran número de aspectos; cristalizado se llama *espato de Islandia y aragonito*. En este último estado contiene algunas veces carbonato de estronciana (en Leogang en el Saltzbourg): en otras localidades (España, las Landas, los Pirineos, Sicilia) el aragonito está diseminado frecuentemente en arcillas rojas ferruginosas acompañadas de yeso. Por último añadiremos que se encuentra formando geodas en las rocas de trapp y de basalto (en Vertaison, en Pont-du-Chateau y en Gergovia en Auvernia). Cuando está amorfo constituye los diversos mármoles, el alabastro, la creta, la caliza molinera y térrea: bajo estas últimas formas existe principalmente en los depósitos abandonados por las aguas minerales en disolucion en estado de bicarbonato, que cuando el esceso de ácido carbónico le abandona, al aire libre ó por efecto del calor deja formarse una costra blanca ó amarilla, si tiene en disolucion óxidos de hierro, y parda si son de manganeso. Cuando estas sustancias son poco abundantes se consideran las masas calizas como formando variedades designadas con los nombres de *cales carbonatadas, ferríferas, manganesíferas* y tambien magnesianas; en caso contrario se clasifican entre los *hierros carbonatados, las dolomias* y los *manganesos carbonatados*. (Haüg.)

A los trabajos de Kirwan y de Berthollet (1) se debe la esplicacion de estos depósitos de carbonatos térreos, que mantenia en disolucion una gran cantidad de ácido carbónico. Habian llamado en todo tiempo la atencion de los observadores, pues que Seneca en sus obras hablaba ya de las *fuentes incrustantes*.

Los travertinos, á quienes consagraremos un capítulo aparte, están formados de cal carbonatada producida por aguas bicarbonatadas calizas: lo mismo sucede con las estalactitas y estalacmitas tan abundantes en los baños de Saint-Philippe en Toscana, de Carlsbad en Bohemia, en las grutas de Auxelles en el franco Condado y en otra multitud de localidades. Respecto á las aguas de Carlsbad, observaremos que cierta cantidad de carbonato calizo esperimenta un cambio molecular particular y se trasforma en aragonito muy bien determinado (G. Rose) (2). Hay tambien en los mismos manantiales *pisolitas*, que son granitos de arena cubiertos de capas concéntricas de cal carbonatada. Las *grageas de Tiroli* (Estados Romanos) tienen el mismo orígen y naturaleza.

La cal sulfatada se presenta en dos especies de criaderos.

1.° En los Alpes y en los Pirineos se han hallado numerosas masas de ella; entonces está cristalizada y en union de pórfidos anfibólicos de dolomias, de cloruro de sodio, de betun y de azufre: en este estado vá siempre acompañada de fuentes termales (Dufrenoy). En Dax (Landas) está intercalado el yeso en medio de un terreno terciario medio, y su aparicion en la superficie es muy reciente.

(1) Kirwan. *Nicholson, 's Jounal*, 215.—*On mineral waters* p. 15. Thomson, *Systeme de chimie' loc cit.* t. III, p. 253.

(2) *Annales de Poggendosff.* 1837. t. XLII. p. 333.

En cuanto á las cales sulfatadas de formacion neptuniana se ven en los terrenos terciarios con mucha mas frecuencia que en los de trias. Sin embargo, se han hallado depósitos bastante considerables en las margas irisadas de los departamentos de la Meuse, de la Meurthe y del Aveiron.

El terreno de Paris ofrece tambien sulfato de cal en mucha proporcion; las canteras de Montmartre y los cerros de Saint-Chaumont presentan tres hiladas de sulfato de cal separadas por capas delgadas de marga hojosa y de arcilla. Tampoco las aguas de los pozos de Paris tienen ventaja alguna para su uso, tanto bajo el punto de vista higienico, como industrial. En general, las aguas que contienen en disolucion sulfato ó bicarbonato de cal, se llaman aguas crudas ó selenitosas. Estas aguas son poco potables, poco á propósito para disolver el jabon y cocer algunas legumbres (judias, habas, etc.) hecho conocido ya en tiempo de Vitrubio (1). El primero de estos fenómenos es debido á la formacion de un jabon de cal insoluble; el segundo á que sobre la superficie de estas legumbres se deposita una capa de caliza, ó se combina con uno de sus principios haciéndolas impermeables. Margraff habia dado la esplicacion de este último hecho con mucha exactitud en sus trabajos, sobre la análisis cualitativa y cuantitativa de las sales calizas y alcalinas contenidas en las aguas comunes. (2) Una pequeña adicion de carbonato de sosa ó de jabon precipita la cal, y puede hacer que estas aguas sean propias para los usos industriales.

Lister (3) en 1682 fué el primero que demostró la presencia del sulfato de cal en las aguas.

El sulfato de cal presenta los caractéres siguientes en estado *anhidro* é *hidratado*. En el primero constituye la *karstenita* ó *anhidrita*, cuerpo cristalizado irregularmente, susceptible de clivacion, blanco, algunas veces azulado (variedad silicífera) y de una densidad de 2,964: en el segundo es el *yeso* (piedra de Jesus ó de yeso), que está formado de $SO^3CaO,2HO$. Cristaliza en prismas oblícuos rectangulares de 113°, trasparentes, blancos y con frecuencia teñidos del color amarillo pardo por el sesquióxido de hierro. Se llama esta cristalizacion en *hierro de lanza*. Su densidad es 2,33.

Calcinado el yeso pierde con el agua que contiene la propiedad de cristalizar, y constituye realmente el yeso de edificar.

En la naturaleza se designa con el nombre de *glauberita* un sulfato *doble* de *sosa* y de *cal*: SO^3CaO,SO^3NaO.

Segun M. Boussingault, las capas de sulfato de cal y de estronciana que se encuentran en las inmediaciones de los volcanes, están formadas á espensas del azufre y del carbonato de cal. Los gases que se desprenden contienen ácido carbónico, azufre en vapor, ácido sulfuroso y vapor de agua: las aguas que arrojan los volcanes están, pues, cargadas de ácido sulfuroso, que se trasforma bien pronto en ácido sulfúrico, en presencia de estos carbonatos, y atravesando diversos terrenos; produce inmediatamente numerosos cristales de *alumina* y de *cal sulfadas*. (4)

El *azoato de cal* AzO^5,CaO, es una sal incolora, delicuescente, soluble en alcool y agua, que cristaliza en prismas exagonales largos, y que contiene 1 equivalente de agua de cristalizacion. Esta sal la ha encontrado Berzelius en las aguas de las fuentes de Estocolmo. Se reconoce en muchos pozos al lado del yeso. En 1756, el doctor Home, de Edimburgo, la indicó en algunas aguas de los desiertos arenosos de la Arabia (5). Por último, es una de las sales que constituyen los materiales salitrosos.

(1) Vitruvio; *Architecture*, l. VIII, c. 5.
(2) Bergmann; *Opuscules chimiques*. Dijon, 1780, t. I, dis. II, p. 83.
(3) *Mémoires de l'Academie des sciences de Berlin*. 1851, p. 131-158.
(4) Ch. Matteuci, en *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1833, t. LV, p. 313.
(5) Thomson; *Traite de chimie*, *loc. cit.*, t. III, p. 253.

La *cal fosfatada*, que existe en la naturaleza es *tricálcica* $PhO^5,3CaO$, está siempre combinada con cloruro de calcio en la proporcion de $3(PhO^5, 3CaO)+ClCa$, y cristaliza en prismas exaedros, Se llama *apatito* ó *moropita*.

Esta especie se ve en los terrenos mas antiguos en pequeños filones diseminados en el granito, acompañando frecuentemente al estaño, como se reconoce en el condado de Cornouailles, la Bohemia y la Sajonia. Tambien en Saint-Gothard está unida con la albita; en Arendal, en Noruega está engastada en filones de hierro oxidulado en union del anfibol, del granate, de la piroxena y del epidoto; por último, en el lago de Laac, á orillas del Rhin, en Albano cerca de Roma y en el cabo de Gata en España el apatito está diseminado en las rocas volcánicas.

El *silicato de cal* y el *de magnesia* se hallan con frecuencia combinados en la naturaleza, constituyendo rocas importantes, la piroxena y el anfibol.

La *piroxena* ó *augita* es $(CaO)^3(SiO^5)^2,(MgO)^3,(SiO^5)^2$.

El *anfibol*, $CaOSiO^5$, $(MgO)^3(SiO^5)^2$.

Las *cales arseniatadas* naturales son tribásicas por la presencia de una molécula de agua que hace veces de base; se conocen tres variedades de ellas, que son la *farmacolita*, la *roselita* y la *arsenicita*. Los principales lechos están en Witicken (Suavia), en Andreasberg (Hartz) en Neustatd (Sajonia), y en Joachimstal (Bohemia).

El *cloruro de calcio* (ClCa) es blanco, cristaliza en prismas de seis caras, terminados por pirámides tambien de seis caras; contiene seis equivalentes de agua de cristalizacion, y se reconoce con mucha abundancia en las aguas del mar, de los rios, de las fuentes, de los pozos, etc. Leroy fué el primero que le descubrió en las aguas en 1752. (1)

El *fluoruro de calcio*, *espato fluor* ó *fluorina* FlCa, está frecuentemente en asociado con ciertos sulfuros de hierro y de plomo (Hartz, Stolberg y Strasberg). Se halla tambien unido con el cuarzo sub-lácteo, y por último, con el estaño en el condado de Cornuailles. Esta sal puede teñirse de amarillo ó de color violado: presenta una densidad de 3, y por lo general cristaliza en cubos.

Berzelius (2) fué el primero que indicó el *fluor* en estado de *fluoruro de calcio* en su notable análisis del agua de Carlsbad, y principalmente en los travertinos que esta forma.

Desde entonces muchos químicos han admitido su presencia en algunas aguas. M. Balard (3) le ha hallado en el agua de Campagne, M. Bonjean (4) en la de Aix en Saboya, y M. Wilson, por último, en el agua del mar (5): M. M. Henry y Lheritier (6) le sospecharon en el agua del Crucifijo y de la fuente de las Damas en Plombieres, y M. Marchand (7) cree que esta sal existe en todas las aguas en proporcion muy pequeña: la ha reconocido tambien en ciertas incrustaciones debidas á las aguas de Grainval, que corren desde la altura media de la creta superficial, de los acantilados de Fecamp. Por último, hace pocos años que M. Nickles (8), profesor de química de la facultad de ciencias de Nancy, ha anunciado que encontró el fluor en cantidades mucho mayores que hasta entonces se habia hallado, en las aguas de Contrexeville, de Plombieres y de Vichy, y ha indicado las precauciones que son necesarias para reconocer fácilmente esta sustancia. Añadiremos que

(1) *Mémoires de l'Academie royale des sciences* para 1752.
(2) *Anales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1825, t. XXVIII, p. 225-236.
(3) Balard; *Recherches sur les eaux de Campagne* (Aude). Limoux, 1846, foll. en 8.°, p. 27.
(4) Bonjean; *Analyse chimique des eaux minérales d'Aix-en-Savoie*. Chambery, 1838, p. 173, f. en 8.°
(5) O. Henry y Lherithier; *Hidrologie de Plombieres*. 1855, p. 99-111.
(6) *Annales des mines*, 4.ª série, 1851, t. XIX, p. 552.
(7) Marchand; *Des eaux potables. Mémoires de l'Accademie de medecine*, 1855, t. XIX, p. 290.
(8) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1857, t. XLIV, p. 785.

M. Nickles no dice con qué metales se halla combinado el fluor, haciendo observar tan solo que las aguas de Contrexeville son las mas ricas, despues vienen las de Plombieres, y por último las de Vichy.

Tal vez las esperiencias que M. Nickles se propone hacer sobre el asunto, conducirán á aislar este cuerpo singular que hasta ahora se ha ocultado á las investigaciones de los químicos, y que M. Fremy (1) cree haber percibido, descomponiendo los fluoruros por la accion de la pila.

Concluiremos lo que tenemos que decir de las sales de cal, añadiendo que el sulfuro de calcio se encuentra, segun las opiniones mas acreditadas, en las aguas sulfurosas secundarias, es decir, en aquellas cuya formacion parece debida á la descomposicion del sulfato de cal bajo la influencia de ciertas materias orgánicas.

En cuanto al *schelin calizo* ó *cal tungstada*, hablaremos de él al tratar del tungsteno.

Magnesia MgO.

Mg	150,00	12,00	60,0
O	100,00	8,00	40,0
	250.00	20,00	100,0

La magnesia designada primitivamente con el nombre de *tierra amarga*, *tierra magnesiana*, es un protóxido de magnesio. La descubrió primeramente un canónigo romano á principios del siglo XVIII, despues Valentin (1707) (2) y Slevogt (1709) (3). En 1722 la distinguió de la cal M. F. Hoffmann (4) reconociendo en las aguas de Eger, de Elster, de Schwalbach, de Wildung y de Hornhausen la presencia de una sal á que atribuyó las propiedades aperitivas y diuréticas de estas diversas aguas, sal que no es mas que el *sulfato de magnesia*. Black en 1775 la estudió con mas cuidado (5), por último las investigaciones de Margraff (1759) (6), de Bergmann (1775) (7) y de Butini de Ginebra (1779) (16) completaron las de los que les habian precedido. La magnesia es un polvo blanco, insípido, inodoro infusible, mas soluble en agua fria que en la caliente. Este líquido, segun las esperiencias de Fyfe disuelve 1|5242 á 15°, 5, mientras que á 100° no toma mas que 1|36000. La densidad de la magnesia es 2,3. En la naturaleza se halla magnesia hidratada conocida con el nombre de *brucita*, MgO, HO. Espuesta al aire absorve á la vez la humedad y el ácido carbónico, pero mezclada con agua se hidrata con mucha dificultad.

Las sales de magnesia son abundantes en la naturaleza, y algunas de ellas se hallan en gran cantidad en ciertas fuentes. Citaremos en primer lugar el sulfato. Es una sal blanca de sabor muy amargo y salado á la vez, de la que 100 partes de agua á 14° disuelven 32,70 y 72 á 97° (Fremy). El sulfato de magnesia cristaliza en prismas rectangulares de cuatro caras á una temperatura de 15°, contiene entonces SO^3, MgO 7Aq. Cristalizado en el agua á 25° ó 30°, presenta la forma semiprismática y no contiene mas que 6 equivalentes de agua (Baudrimont). La densidad de esta sal es 1,66.

(1) *Comptes rendues de l'Academie des sciences.* 1854, t. XXXVIII, p. 595.—1855, t. XL. p. 966.
(2) Valentini; *Relatio de magnesia alba*, etc. Giessen, 1705, p. 8, en 4.°
(3) Slevogt; *Dissertatio de magnesia alba.* Jena, 1710, en 4.°
(4) Hoffmann; *Opuscules chimiques et physiques.* Halle, 1750, en 4.°, p. 105 y 177.
(5) Black; *Lectures on the elements of chemistry*, trad. del inglés por J. Robison. Edimburgo, 1803, vol. II, p. 59.
(6) Bergmann; *Opuscules chimiques et physiques, loc. cit.*, t. I, p. 343.
(7) Merat y Delens; *Dictionnaire de matiere medicale et de therapeutique.* Paris, 1852, t. IV, p. 186.

Por lo comun contiene muchos equivalentes de agua, como sucede con la de Fitou (Aude), cuya fórmula es SO^3, MgO, 6 Aq, que se encuentra en filones engastados en el yeso unido á las ofitas.

En otros parajes está en forma de eflorescencias abundantes sobre tierras pizarrosas, de ello se han hallado ejemplos en Guatimala (América central).

El sulfato de magnesia constituye casi por sí solo la mineralizacion de ciertas aguas salinas purgantes de las que las mas importantes son las de Sedlitz, Epsom (Inglaterra), Pullna, Egra (Bohemia), Montmirail (Vaucluse). En 1610 se encontró en el agua de Epsom, estudiándole despues Grew en 1696. El agua del mar y la de un gran número de salinas contienen igualmente esta, así como el *cloruro de magnesia* que por sus propiedades es muy parecido al cloruro de calcio á que acompaña con frecuencia. Su composicion es ClCa, toma 6 equivalentes de agua de cristalizacion y cristaliza en agujas incoloras y delicuescentes. Un calor poco elevado le descompone en ácido clorhídrico y en magnesia. Brown (1723) (1) fué el que le descubrió pero solo le estudiaron bien Hack, Margraff y Bergmann.

Segun M. Poggiale (2) se combina con la sal marina y da un cloruro doble de la forma siguiente: $(MgCl^2)$,NaCl, 2HO.

Esta sal está en disolucion mezclada frecuentemente con el cloruro de sódio así como con el *yoduro* y el *bromuro magnésicos* en las aguas de los mares, de los lagos y de un gran número de manantiales salados, y añadiremos que es mas abundante en el agua del Mediterráneo que en la del Occeano.

En muchas aguas calizas se ha indicado el *carbonato de magnesia*, esta sal que es neutra, está algunas veces cristalizada y puede dividirse por clivacion en romboedros: es blanca, inodora y su densidad es de 3,50 á 2,88 (Baudrimont). Tiene la propiedad de disolverse en el ácido carbónico, dando naturalmente orígen á un bicarbonato; aunque algunos químicos y entre ellos M. Graham, no participen de esta opinion diciendo que el fosfato de magnesia y el fluoruro de magnesio se hacen solubles igualmente en un esceso de ácido carbónico.

El *carbonato de magnesia* natural ó *espato perlado*, constituye dos minerales conocidos con los nombres de *giobertita y magnesita* (CO^2, MgO).

Por último, la reunion tan frecuente de la magnesia y de la cal se esplica fácilmente por la presencia de la *dolomia* (carbonato doble de cal y de magnesia) en un gran número de localidades, bastará citar los lechos de la Dordogne, de la Correze, del Lot, del Aveyron, del Tarn, del Herault, despues los de Sainte-Marie-aux Mines, el de Bourboune-les-Bains, y en el estranjero los de Traverselle en el Piamonte, del monte Saint Gothard y de la garganta de la Furka, en Suiza. En las aguas minerales existe siempre en estado de bicarbonato, el carbonato magnesiano soluble.

El *fosfato de magnesia* hallado en Hollegraven (Saltzboug) en una vena de cuarzo que atravesaba por un esquisto arcilloso, es una sal formada de cristales trasparentes eflorescentes por su esposicion al aire, compuestos de PhO^5, MgO, 2HO+14HO (Graham). Se ha indicado en el agua de Egra.

El fosfato *trimagnésico* natural tiene el nombre de *wagnerita* PhO^5 3MgO.

Por último, segun M. Marchand, el agua de mar contiene fosfato amónico-magnesiano y dice que le ha reconocido en forma de prismitas aciculares rotos, en los depósitos limosos examinados con el microscopio.

El *fosfato amoniaco magnesiano* (PhO^5, AzH^4O, 2 MgO+12HO) es una

(1) *Transactions philosophiques de Londres*, t. XXXII, p. 348.
(2) Pelouze y Fremy; *Traité de chimie*, 1844, 1.ª ed. t. II, p. 193.

sal blanca, granujienta, dura é insoluble en agua, sobre todo cuando tiene otras sales en disolucion. Se pone candente á la temperatura roja, dejando un resíduo de PhO^5, $2MgO$.

El *azoato de magnesia* se ha hallado en las aguas de Louesche (Suiza) y en las de Prinzhofen (Baviera): forma parte de las aguas madres del salitre y sus caracteres son: ser muy delicuescente, muy soluble en agua y el alcool á 85°, y poder cristalizar en prismas romboidales.

En cuanto á las combinaciones de la *magnesia* con el *ácido carbónico* constituyen la *magnesia boratada* ó *boracita* $4(BoO^3)\ 3MgO$, cuyas masas se hallan intercaladas en la creta, en Lunebourg (en el Brunswick), en Segeberg (en el Holstein) El *borato doble de magnesia y de cal* ó *hidroboracita* tiene por fórmula $(MgO, CaO), 3(BoO^3)^4 + 9HO$. La naturaleza presenta un gran número de *silicatos de magnesia*, el *peridoto*, la *esteatita*, la *serpentina* que pueden por su descomposicion dar tambien elementos mineralizadores á las aguas minerales.

Alúmina Al^2O^3

Al^2	341,80	27,34	53,25
O^3	300,00	24,00	46,75
	641,80	51,34	100,00

La *alúmina* ó *sesquióxido de aluminio* se confundió por espacio de mucho tiempo con la cal (Stalh y Newman). En 1728 Geofroy el jóven y Hellot hicieron ver que formaba parte de la arcilla (1); Margraff en 1754 (2) fué el primero que la distinguió de la cal; pero Guyton de Morveau le dió el nombre de alúmina (3). La estudiaron Macquer (1758-1763) (4), Bergmann (1767 1771) (5), Scheele (1776) (6), y por último Sausure el jóven (7) (1801).

Esta base existe en la naturaleza, sea en estado anhidro ó hidratado: anhidra y libre constituye el corindon y con cierta porcion de hierro, se denomina *esmeril*; por último los mineralogistas la designan con el nombre de *gipsita* en estado nativo, é hidratada contiene 3 equivalentes de agua. Se representa por la fórmula $Al^2\ O^3$.

La alúmina anhidra es un polvo blanco infusible á no ser á la llama del soplete que le hace tomar la forma de una lámina vítrea: es insoluble en agua y los ácidos, pero le atacan estos últimos cuando está hidratada ó no se ha calcinado fuertemente. Las combinaciones salinas que dá producen un precipitado blanco gelatinoso con el amoniaco, la potasa ó la sosa, soluble en un esceso de estas dos últimas bases.

La alúmina desempeña el papel de un cuerpo indiferente, porque unas veces puede estar *ácida* y combinada con las bases formando aluminatos, de los que algunos se hallan en la naturaleza, como el aluminato de *cinc*, *de magnesia*, *de hierro*: otras básica, constituyendo sales de alúmina, ya simples (sulfato, fosfato) ya *dobles*, como los alumbres; mas adelante hablaremos detalladamente de estas diversas combinaciones. Cuando está seca la alúmina, es parte integrante de las margas, de las arcillas, de los feldspatos, de las micas y su descomposicion puede guiarnos á comprender como se

(1) *Mémoires de l'Academie des sciences*, Paris, 1728, p. 305.—1739.
(2) *Memoire de l'Academie des sciences de Berlin*. Año 1754, p. 41-51.
(3) *Methode de nomenclature chimique, proposé par MM. de Morveau, Lavoissier, Berthollet y Fourcroy*. Paris, 1787, p. 63, en 8.°
(4) Macquer; *Dictionnaire de chimie*. Paris, 1778, t. I, p. 139.
(5) Bergmann; *Opuscules chimiques, loc. cit.*, t. I, p. 301, y t. II, p. 71.
(6) Sheele; *Opuscula chimica, loc. cit.* Leipsich, vol. II, p. 67.
(7) *Journal de physique*. 1801, t. LII, p. 280.

halla con tanta frecuencia en las aguas minerales. Sobre todo esta sustancia se encuentra en la naturaleza en combinacion con la sílice y otros óxidos. Los *silicatos de alúmina* son:

La *dis'ena ó cianita*, la *andalucita*, la *macla*, la *silimanita*, representadas todas por una fórmula semejante: $(Al^2\ O^3)^3\ (SiO^3)^2$.

La *estaurótida* (silicato doble de alúmina y de sesquióxido de hierro) $(Al^2\ O^3, Fe^2\ O^3)^2$, $Si\ O^3$.

Los *feldspatos*, tan numerosos en la naturaleza, y que pueden considerarse como silicatos dobles de alúmina y de bases variadas, *potasa*, *sosa*, *litina y cal* se dividen del modo siguiente (Dufrenoy) (1) Feldspato:

1.° De base de potasa: *ortosa*, *petunzé*, *adularia*, *ortoclasa*, *oligoclasa*, $KO\ Si\ O^3$, $Al^2\ O^3\ 3Si\ O^3$.

2.° De base de sosa, *albita*, NaO, $Si\ O^3$, $Al^2\ O^3$, $3Si\ O^3$.

3.° De base de litina, *petalita*, *trifana*, $LiO\ SiO^3$, $Al^2\ O^3$, $3Si\ O^3$.

4.° De base de cal: *labradorita*, *anortita* CaO, SiO^3, $Al^2\ O^3$, $3Si\ O^3$.

Ademas en ciertos casos, una parte de la base alcalina puede estar reemplazada por la cal, la magnesia ó la potasa, lo cual modifica la fórmula general.

Asi la *ortosa* tiene con frecuencia por fórmula.

$$\left.\begin{matrix} KO \\ NaO \\ MgO \\ CaO \end{matrix}\right\} Si\ O^3,\ Al^2\ O^3,\ 3Si\ O^3$$

La *falhunita*, la *haloisita*, el *kaolin* son tambien variedades de silicatos de alúmina.

Segun MM. Brogniart y Malaguti (2) los kaolines privados por locion de las maetrias estrañas, pueden considerarse ¿como formados por SiO^3, $Al^2\ O\ 2HO$.

El primero de estos sábios dice que provienen siempre de la descomposicion de las rocas feldspáticas, que se transforman por una parte en silicato de alúmina básico (kaolin) y por otra, en silicatos de potasa solubles en agua:

Las arcillas son tambien especies mineralógicas, ricas en alúmina. Ciertas arcillas como las del Oise, de l'Aisne, de la Somme, están con frecuencia mezcladas con *esperkisa* FeS^2 lo cual dá origen á la produccion ulterior de sulfatos de hierro y de alúmina $SO^3\ FeO$ y $3SO^3$, $Al^2\ O^3$, en las que la presencia de materias bituminosas, impide la sobreoxidacion del hierro.

M. Mitscherlich admite que las arcillas deben su formacion á la descomposicion de los feldspatos bajo la influencia de la accion de las piritas. Esta descomposicion debe haberse verificado en terrenos en que se encuentran actualmente las arcillas, porque los kaolines se hallan siempre cerca de las rocas feldspáticas, mientras que las arcillas están en general dispuestas formando masas en los terrenos de sedimento separados de los feldspatos (Pelouze y Fremy.)

Despues de haber mencionado los feldspatos, no podemos pasar en silencio las margas que se hallan tambien en tanta abundancia, que están compuestas de carbonato de cal, de sílice y de arcilla y que se designan con los nombres de margas *arcillosas*, *calizas* y *limosas*.

Entre las sales de alúmina naturales, mencionaremos ademas de los sili-

(1) Pelouze y Fremy; *Traité de chimie*, *loc. cit.*, t. II, p. 211.
(2) *Annales des mines*, 4.ª série, 1842, t. II, p. 465.

catos algunos sulfatos, el *alunógeno*, $Al^2 O^3, 3SO^3$ que contienen de 4 á 6 equivalentes de agua: la piedra de alumbre ó *alunita*, $KO, SO^3, Al^2 O^3 3SO^3 + 9HO$, que constituye el *alumbre de Roma* y añadiremos que la accion simultánea de las aguas, que atraviesan estos terrenos, el calor y tal vez la electricidad podrian esplicar la produccion y la presencia de ciertas sales alumínicas en las aguas minerales. En las diversas análisis hidrológicas al investigar cuales son las sales de alúmina que se han hallado con mas frecuencia, hallaremos que un gran número de aguas contienen sulfato de alúmina ó sulfatos dobles aluminosos; tales son las de *Querzola*, *Passy*, *Auteuil*, *Ronneby*.

Los autores antiguos, Aristóteles, Varron, Plinio etc., admitian ya ciertas aguas ricas en alumbre. Hofmann combatió sus opiniones admitiendo que las aguas no se cargaban de esta sal mas que cuando atravesaban una mina, pero que en este caso se hacian muy astringentes y no podian tener aplicacion alguna en medicina (1).

De todos los sulfatos de alúmina el mas esparcido en la naturaleza es el sulfato tribásico $(Al^2 O^3)^3 3SO^3, 9HO$.

En las aguas de Tatenhausen (Westfalia) se ha indicado el *silicato* de abúmina.

Withering (2) ha notado tambien el *cloruro de aluminiò* aunque considerándole como muy raro.

Tournefort en otro tiempo habia ya hallado en una gruta de la Isla de Milo, eflorescencias de *alúmina sulfatada fibrosa* (alumbre de pluma) y es el mismo cuerpo que MM. Lecanu y Blachet (3) han anunciado que existe en las paredes de los baños de San German cerca de Nápoles.

Tambien se ha anunciado el *carbonato* de la misma base en las fuentes de Essler, de Driburg, de Evian, de Lucques? de Langenbrucken, de Meinberg, aunque no se haya admitido por todos los químicos la existencia de esta sal.

Por último se ha dicho que el *fosfato de alúmina* se ha hallado en el agua de Gastein (Austria.)

Hierro, Fe.

350.00 28,00

El hierro muy puro reducido por el hidrógeno es ó de un color blanco de plata muy vivo ó por el contrario negro (lo cual depende del procedimiento que se haya seguido en su preparacion) y en este estado se oxida con gran rapidez. El que se encuentra en la naturaleza contiene frecuentemente cuarzo, grafito, algunas veces acero natural: entra tambien en la composicion de los meteorolitos ó aereolitos que han llamado siempre la atencion de los observadores y cuyo orijen no conocemos aun sino imperfectamente. Tal como nos le presenta el comercio, el hierro es un metal gris azulado, malcable, ductil, muy tenaz puesto que un alambre de 0, m. 002 de diámetro necesita para romperse un peso de 250 quilógramos: tiene un brillo metálico y es susceptible de muy buen pulimento; su sabor es bastante debil, pero el de sus compuestos salinos es atramentario, esto es parecido al de la tinta, en cuanto á su olor es poco intenso, sin embargo se

(1) Offmann; *Disertatio physico-medico selecta, pars altera*. Lugduni Batavorum, 1708, en 8.°, obs. X, p. 202.
(2) Thomson; *loc. cit.*, t. III, p. 250.
(3) *Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1827, t. XIII, p. 419.

desarrolla sensiblemente frotándole. Fundido á 1500° del termómetro de aire (130 del pirómetro de Wegdwod) se ablanda facilmente y se suelda consigo mismo sin intermedio de otros metales. Se hace quebradizo templándole pero recociéndole vuelve á adquirir su tenacidad primitiva.

La densidad del hierro no es la misma en todos los estados; en el hierro nativo es 6,71, en el hierro comun es 7,7 en el hierro templado 7,9, su calor específico es 0,11379 (Regnault).

El hierro es uno de los metales que se combinan con mas facilidad y rapidez con el oxígeno siempre que este gas está húmedo.

El óxido que en este caso se forma es la *herrumbre* ó sesquióxido de hierro hidratado; los álcalis segun las esperiencias de M. Vicat y despues de E. Payen (1) se oponen á su formacion. En cuanto al protóxido es sumamente instable y se combina con facilidad con los ácidos, formando sales ferrosas.

En la naturaleza se encuentra el sesquióxido bajo formas variadas que permiten esplicar en muchos casos la presencia del hierro en las aguas minerales y aun en algunas aguas dulces que atravesando las margas ferruginosas arrastran algo de este metal, como ha observado M. Marchand (2) en las aguas de Valmont y de Gauzeville cerca de Fecamp.

El sesquióxido anhidro tiene el nombre de *hematites, de hierro oligisto de hierro especular*: bajo estos dos últimos nombres se comprenden los hierros peroxidados cristalizados en láminas brillantes é irisadas (hierros oligistos de la isla de Elba, de Saint Gothard, de Mont-Dore). El polvo de hierro peroxidado es rojo pardo, infusible al soplete á menos que no contenga una ganga arcillosa rica: fundido con el borax da una perla de color *verde botella*, por último se disuelve en ácido clorídrico y en el agua régia, produciendo un cloruro de hierro $Fe^2 Cl^3$ de color amarillo verdoso muy intenso.

Cuando el hierro oxidado está mezclado con una proporcion considerable de arcilla se presenta en forma de masas concrecionadas, blandas, que se desmenuzan entre los dedos, y entonces toma el nombre de *ocre rojo*, de *sanguina*.

El hierro hematites rojo forma filones en los terrenos antiguos y en los de transicion, como se ve en las minas de Framont (Vosgos): se halla en los terrenos secundarios, en la Voulte (Gard); por último á el es debido el color de los grés que se llaman *grés rojos*.

Acabamos de examinar las principales formas del peróxido de hierro cuando es anhidro. Pero este compuesto abunda sobre todo en la naturaleza en estado hidratado y bajo este aspecto se separa generalmente de las aguas minerales. Muy rara vez cristaliza, á no ser la *lepidokrokita* y existe en forma de granos por lo comun conglutinados y otras veces separados unos de otros.

Generalmente se da el nombre de *hematitis parda ó hierro en granos* á los minerales de la Costa de Oro, del Alto Saona, etc. que constituyen este peróxido de hierro hidratado. Cuando se les desmenuza dan un polvo amarillo, son muy friables, muchas veces manchan la piel: entonces se les llama *ocres amarillos*.

Se funden al soplete produciendo una escoria que suele ser atraible por el iman: y el ácido cloridrico los disuelve formando cloruro de hierro $Fe^2 Cl^3$ de color amarillo naranjado.

Los terrenos terciarios ricos en peróxido de hierro hidratado cubren las capas de caliza jurásica y de creta: algunos mineralogistas los designan con

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1832, t. L, p. 305.
(2) *Journal de chimie medicale*, 3.ª série, 1846, t. II, p. 856.

el nombre de *minerales ferruginosos de aluvion*. Tambien se forman en el dia, segun Guibourt (1) en los terrenos mas modernos y se hallan en gran cantidad en ciertos departamentos del centro de Francia (Dordogne, Nievre, Cher, Yonne, etc.) en las partes bajas de la Silesia, en el Brandemburgo y en la Livonia: esta variedad se conoce mas comunmente con el nombre de *hierro de los pantanos o limoso*. Indicaremos por último el *hierro oxidado pseudo-mórfico*, formado de capas de políperos y perteneciente á los terrenos terciarios transformados en *óxido de hierro hidratado* (Dufrenoy).

Al lado del sesquióxido de hierro se halla en la naturaleza un óxido intermedio (óxido salino) Fe^3O^4 que puede considerarse como formado de FeO, Fe^2O^3: es el *iman natural*.

El hierro oxidulado magnético da un polvo negro: en los terrenos antiguos se encuentra en grandes montones como sucede en Taberg (Suecia) y en Villefranche (Aveyron): por el contrario los terrenos de sedimento no contienen nada de él. Este óxido cristaliza en octaedros regulares: tiene aspecto metálico y densidad de 5,09: algunas veces está acompañado de ácido titánico. El *hierro carbonatado* se presenta en forma romboédrica, mezclado con frecuencia con carbonatos de manganeso, de magnesia y de cal; es el *hierro espático*. Cuando tiene la forma *compacta* lleva el nombre de *hierro litoideo*, que es muy abundante en ciertas ulleras y en el grés ullero: suele estar penetrado de arcilla bituminosa y ulla, y contiene ademas fosfatos de hierro y de cal, súlfuros de hierro, de cobre y aun de cinc.

En cuanto al protocarbonato de hierro blanco, verdoso, insoluble en agua, es un producto muy fugaz que se oxida con rapidez al aire. Existe disuelto en las aguas minerales en estado de bicarbonato acídulo (Spa, Bussang, etc.)

El calor le hace perder el esceso de ácido carbónico, con lo que se sedimenta y pasa al estado de sesquióxido rojo absorviendo oxígeno: al aire libre se verifica el mismo efecto: de esto traen su origen los depósitos ocráceos que se hallan con tanta abundancia á las inmediaciones de los manantiales ferruginosos y en todo el trayecto de sus aguas. F. Hoffman se esplicaba este fenómeno, suponiendo que el espíritu mineral (ácido carbónico) desprendiéndose en el aire permitia al ocre depositarse en forma de polvo ligero (2). El mismo autor habia reconocido perfectamente que en ciertos manantiales se halla el hierro en estado de verdadero vitriolo, es decir, combinado con el ácido sulfúrico.

El fosfato de hierro terreo forma montones mas ó menos considerables en riñoncitos diseminados en las arcillas modernas, en las turbas y en los depósitos de huesos fósiles: M. Dufrenoy considera su formacion como debida á la descomposicion de los fosfatos calizos por medio de los óxidos de hierro.

El fosfato de sesquióxido de hierro PhO^5, Fe^2O^3, 4HO es blanco, insoluble, inalterable al aire: su presencia en los minerales de hierro altera su calidad, porque el fósforo los hace quebradizos.

El arseniato de hierro que se halla en la naturaleza tiene los caracteres siguientes. Es una sal básica $(AsO^5)^5$ $(Fe^2O^3)^2$,2HO, blanca, pulverulenta, insoluble en agua, soluble en los ácidos y en el amoniaco, con el que forma un cuerpo de color rojo. Suele estar mezclado frecuentemente con el cobre oxidado y con fosfato de hierro: se encuentra en ciertos minerales de estaño. Por último *el arsénico sideritis ó arseniato doble de hierro y de cal* se ha reconocido en la Romaneche cerca de Macon, en una mina de manganeso.

Mas no son estas las únicas combinaciones de hierro que se hallan en la naturaleza y de las que parecen tomar sus principios mineralizadores las

(1) Guibourt; *Histoire des drogues simples*. Paris, 1849, 4.ª edicion, t. I, p. 285.
(2) Hoffmann; *Dissertatio physico-medica selecta, pars altera*. Lugduni Batavorum, 1708, p. 198.

aguas. Examinemos primero los *súlfuros*, entre los que encontramos el *cobre abigarrado* FeS + CuS, mezclado frecuentemente con protosúlfuro negro, el cual oxidandose al aire produce casi siempre bastante calor para inflamar el carbon de tierra (Cransac).

Tenemos en seguida la *pirita marcial* FeS^2, que ofrece dos variedades: *la blanca* cristalizada en prismas romboidales rectos, y la pirita *magnética*, la cual presenta tambien dos variedades, á saber:

1.ª *La leberkisa* (Beudant) Fe^7S^8, verdadera combinacion de protosulfuro y de bisulfuro $Fe^7S^8 = FeS^2, 6FeS$ ó bien $Fe^2S^3, 5FeS$. Es un cuerpo negro-pardusco, cristalizado en prismas exaedros, de la densidad de 4,62. Es magnético.

2.ª *La pirita magnética de Bareges*, está formada de Fe^5S^4 y corresponde al óxido magnético. Está considerada como formada de FeS, Fe^2S^3. Es mas amarilla que la otra, no se altera por la accion del aire y atrae la *aguja imantada*.

Las piritas que se alteran al aire nos esplican tambien por su rápida transformacion en sulfatos la formacion de las aguas ferruginosas sulfatadas. (Cransac, Passy, Auteuil, etc.)

Citaremos por último el *fosfuro de hierro* que sin duda puede dar origen por su oxidacion al *fosfato* citado anteriormente, y por último los *arseniuros y arseniosulfuros*, de los que los mas abundantes son: el *sesquiarseniuro* (Fe^2AS^3) ó *hierro arsenical*, y el *mispikel* ($Fe^2As^2S^2 = Fe\,S^2, FeAs^2$) que se encuentran especialmente en Silesia y en todo el condado de Cornouailles.

Tambien es sabido que el hierro se encuentra en algunas aguas en estado de combinacion con dos ácidos orgánicos poco conocidos todavia (*ácidos crénico y apocrénico*). Mas adelante volveremos á insistir sobre estas combinaciones particulares.

Manganeso. Mn.

344,68 27,87.

Los óxidos de manganeso y sobre todo el peróxido son conocidos desde hace mucho tiempo, habiendo sido objeto de las investigaciones de un gran número de químicos: Boyle (1650), Glaubero (1656), Walz (1705), Pott (1740), Cronstedt (1758), Lemmann (1770), Kaim (1770) y Bergman (1774). Pero el metal no se habia conseguido aislar hasta que lo verificó Scheele en 1774 (1) y fué llamado primeramente *magnesio* y despues *manganesio* (Gahn). Es un cuerpo duro, quebradizo, fijo, refractario, de color blanco agrisado metálico, y densidad de 7,06 (Berthier). Esparce un olor desagradable cuando se frota y descompone el agua á una temperatura bastante elevada. Se le conserva en aceite de nafta.

Rara vez se encuentra en estado nativo, sin embargo en Sajonia se le ha hallado conteniendo cerca de la mitad de su peso de arsénico. (Kane, de Dublin.)

Los minerales mas importantes de manganeso son en primer lugar los óxidos, de los que los principales son la *braunita* Mn^2O^3), anhidra, la *acerdesa ó manganita* (Mn^2O^3HO), la *hausmanita* Mn^3O^4 y la *pirolusita* (MnO^2). Este último óxido que á veces forma parte de los terrenos primitivos ó intermedios, contiene con frecuencia barita, potasa, cal, magnesia y óxidos de cobre y de cobalto. Todos los óxidos de las inmediaciones de Nontron con-

(1) Scheele; *De magnesia nigra.—Acta academiæ regiæ suecorum*, 1774, en *Opuscula chimica et physica*. Leipsig, 1778, t. I, p. 227-281.

tienen este último óxido que fué descubierto en ellos por M. Delanüe (1). La variedad mas rica en barita y que abunda en Saint-Diez y la Romaneche (2) cerca de Macon, ha recibido el nombre de *psilomelana*. Segun el parecer de ciertos autores el óxido de manganeso al frente de la barita, representa en él el papel de un ácido debil. (Pelouze y Fremy.)

La pirolusita presenta formas muy variadas; unas veces está cristalizada en prismas romboidales rectos, otras en agujas finas colocadas unas al lado de otras, y por fin en estalactitas y aun en masas concrecionadas.

Tambien existe el maganeso en la naturaleza en estado de *carbonato* conteniendo siempre cierta proporcion de *carbonato de cal y de magnesia* como tambien *de hierro*; es de color de rosa y se encuentra en Sajonia, en Hungria y en el Hartz.

En estado de *fosfato ferrífero* (*hurolita*, *heterosita*, *trifilina*) contiene el maganeso una corta porcion de litina; por último como *silicato* de color de rosa se encuentra en San Marcello (en el Piamonte), en Argelia y en Méjico. Diremos ademas, que existen un gran número de *silicatos múltiples* en los que al lado de la cal, de la magnesia, de la alúmina y del hierro se encuentra el manganeso (*epidoto*, *granate*, *carfolita* etc.)

La presencia del manganeso en las aguas minerales no es descubrimiento muy moderno pues que ya Vauquelin y Thenard la demostraron en el agua de Provins (3) y Vauquelin en la de Cransac. De algunos años á esta parte los químicos se han dedicado á la investigacion de este metal y le han indicado en un gran número de aguas de naturaleza ferruginosa y en sus depósitos: si la mayor parte de ellas están realmente mineralizadas por el hierro, hay no obstante algunas en las que casi falta este cuerpo y entonces deben todas sus propiedades al manganeso.

Hay aguas minerales, por ej. la de Coconuco, cerca de Popayan, en cuyos depósitos se ha indicado una cantidad notable de manganeso, sin haberse encontrado hierro (Boussingault). (4)

Por último el manganeso puede existir solo en un agua, asi le ha señalado M. Girardin en el agua de un pozo de la calle Saint-Romain, en Rouen, la cual contenia en cada litro gr. 0,658 de óxido rojo ($Mn^3 O^4$) sin vestigio alguno de hierro. (5)

Este metal se ha reconocido bajo diferentes estados de combinacion en las aguas minerales: asi es que en Cransac (6) está en estado de sulfato solo; ó bien asociado al sulfato de hierro como se observa en Luxeuil: (7) en Pyrmont, en Ems y en Salzbrunn, se cree que existe en estado de *bicarbonato* soluble. Por último, los ácidos crénico y apocrénico, se combinan tambien con él, como se ve en el agua de Forges en Normandia (8) en donde acompaña igualmente al *hierro crenatado y apocrenatado*.

Bergmann creia que podia estar algunas veces en estado de *cloruro*, de cuya opinion participó Lambe que le halló bajo esta forma en pequeñísima proporcion en el agua de Lemington (9): Vauquelin tambien le admitió en este estado en el agua de Bañeux. (10)

(1) Dufrenoy; *Mineralogie*, *loc. cit.*, t. II, p. 419.
(2) *Journal de pharmacie*, 2.ª série. 1826, t. XII, p. 426.
(3) *Annales des mines*, 1815, t. LXXXIV, p. 5.
(4) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1833, t LII, p. 396.
(5) Marchand; *Eaux potables*, *loc, cit.*, p. 36.
(6) Vauquelin, en *Manuel des eaux minerales* de Patissier y Boutron. Paris, 1837, p. 339.—O. Henry y Ponmarede. Paris, 1840, en 8.°—*Analyse des eaux de Cransac* en el *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1840, t. V, p. 257.—O. Henry; *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1850, t. XVII, p. 161 y 151, t. 20, p. 537.—Murat; *Traité chimique sur la nature et les proprietés des eaux de Cransac*. — Rhodez; 1845, foll. en 8.°—Ducoux; *Notice sur les eaux de Cransac*. Paris, 1846, foll. en 8.°
(7) Chapelain; *Luxeuil et ses bains* Paris, 1851, en 8.°—*Annales de la Societé d'hidrologie medicale de Paris*. 1855, t. I, p. 199, y 1856, t. II, p. 259.
(8) O. Henry; *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1844-45, t. X, p. 985.
(9) Thomson; *Systeme de chimie*, *loc. cit.*, t. III, p. 255.
(10) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1821, t. XVIII. p. 218.

Cinc. Zn.

406,50 33,00

Este metal conocido desde muy antiguo, no ha sido en realidad bien estudiado sino por Paracelso (1) al principio del siglo XVII. Alberto el Grande ya habló de él ligeramente en 1260. Es sólido, blanco, con un lijerísimo viso azulado, de la densidad de 6,862 cuando ha sido fundido, de 7,215 forjado: maleable y duetil á la temperatura de 130 á 150°, muy quebradizo á 205°, poco tenaz y fusible á 412°, volatil al rojo blanco. Su calor específico es 0,09555. (Regnault): se empaña con facilidad al aire oxidándose:

Pocos son los minerales de cinc, y los mas importantes el sulfuro ó *blenda* y el carbonato ó *calamina*. La blenda, ZnS, presenta formas variadas: su cristalizacion por lo comun es en tetraedros regulares, pero tambien se encuentra con testura lamelosa ó en masas concretas. La densidad de la blenda es 4,16; su color varia del amarillo verdoso al pardo casi negro; los ejemplares que presentan esta última tinta son ferruginosos.

La blenda acompaña con frecuencia á la *galena* ó sulfuro de plomo PbS: se encuentran criaderos en Inglaterra; en los márgenes del Rhin, en Viena en el Isere, etc. En ciertas localidades, como en Idria en Carintia, en Schemmitz en Hungria y en Goslar en Suiza, se halla tambien sulfato de cinc (vitriolo blanco) procedente de la oxidacion de la blenda (Dufrenoy.)

La calamina ó cinc carbonatado CO^2 ZnO es un compuesto blanco o blanco amarillento, semitrasparente, de fractura brillante, que por lo general ofrece la cristalizacion romboédrica, aunque sin embargo se encuentran ejemplares en masas amorfas y en estalactitas.

Este mineral, mezclado muy frecuentemente con el silicato de cinc, los carbonatos de hierro y de cobre y el sulfuro de plomo, existe en montones considerables en la separacion de los terrenos secundarios y de los de transicion, y mas particularmente en las calizas magnesianas. Inglaterra, la alta Silesia, Bélgica y la Prusia renana contienen abundantes criaderos de él (vieja y nueva Montaña.)

Recientemente ha reconocido M. Mentzel el yodo y el bromo en un mineral *cadmifero* de la Silesia.

Hasta el dia no se han indicado las sales de cinc mas que en el agua de Ronneby en Inglaterra y en las de Rippoldsau y Alexisbad en el Hartz (Will y Rammelsberg . (2)

Niquel. Ni.

369,75 29,54

El niquel, descubierto en 1751 por el sueco Cronstedt (3) fué bien estudiado principalmente por Bergmann en 1775 (4), y posteriormente por Richter (1804), Philips, Proust, Thenard, Gehlen, Tupputi (1811), Rothoff, etc. Es un metal de color blanco de plata, algunas veces algo amarillento, de fractura fibrosa, inalterable al aire, ductil, maleable, casi tan refractario como el manganeso, de la densidad de 8,279, que llega hasta

(1) Paracelso; *Opera*, ed. Huser. Basilea, 1589, en 4.°, p. 121, y t. VIII, p. 359.
(2) *Annales de Poggendorf*, t. LX, p. 192, y t. LXXII, p. 511 —*Annales des mines*, 4.ª série, 1849 t. XV, p. 38.
(3) *Acta academiæ regiæ succorum*, annis 1751 et 1754.
(4) Bergmann; *Opuscula chimica et physica*, trad. por G. Morveau. Dijon, 1785, t. II, p. 258.

8,666 cuando está forjado. El calor específico del niquel es 0,10863 (Regnault).

Este metal es magnético, propiedad que pierde á los 350°.

Se encuentra en la naturaleza principalmente en combinacion con el arsénico constituyendo dos especies, á saber: 1.° el *proto-arseniuro, niquel arsenical, niquelina, kupferniquel*, NiAS, del que habló primeramente Hierne en 1694: es un compuesto amorfo, gris rojizo, de aspecto metálico y densidad de 7,65, que esparce un olor de ajos característico. Existe en Schneeberg, Annaberg, Freyberg, Gersdorf en Sajonia, Allemont en Francia y por último en Cornouailles y en Escocia. Este mineral contiene casi siempre algo de antimonio, cobalto, azufre, cobre, hierro y aun manganeso (Berthier). En algunos ejemplares de él se ha indicado la presencia del plomo (Pfaff). 2.° El *bi-arseniuro de niquel*, $Ni\,As^2$, ó *arsenik-niquel* de los alemanes: por el calor abandona la mitad de su arsénico y se reduce á Ni As: contiene con frecuencia cobalto y hierro (Thomson.)

El niquel se combina con el azufre pero muy rara vez: lo mismo hace el *arsenio-sulfuro ó disamosa, niquel gris* $Ni\,S^2$, $Ne\,As^2$ (Berzelius), amorfo, que á veces cristaliza en cubos modificados por el octaedro ó el dodecaedro pentagonal.

El *niquel antimonial* en el que el antimonio parece desempeñar el mismo papel que el arsénico se ha encontrado primero en Balen (Bajos Pirineos) por Vauquelin y despues en Andreasberg por M. Wolkmar de Brunswich: cristaliza en tablas de seis caras, ó bien se presenta en forma dendrítica: es de color rojo cobrizo algo violado. Berthier (1) que analizó el de Balen, encontró en él arsénico, hierro y azufre. Por último el niquel se halla tambien en estado de *antimonio-sulfuro* y en el de *niquel arseniatado* que es un polvo verdoso mezclado con frecuencia con los minerales de *niquel arsenical* y de *niquel arseniado pulverulento* negro, procedente tambien de los minerales de niquel arsenífero. Los minerales de niquel se dejan ver con frecuencia en algunos ejemplares de plata sulfurada. Pertenecen á los terrenos primitivos. En cuanto á la presencia del niquel en las aguas minerales, únicamente le ha indicado M. Marade en las *aguas de Neyrac* (Ardeche) al lado del cobalto, del hierro, del arsénico y del manganeso. (2)

Cobalto. Co.

369,00 29,49

El cobalto le obtuvo aislado en 1733, Brandt (3), despues le estudiaron Lehmann en 1761, Bergmann en 1780, Tassaert en 1798, Fourcroy en 1800, Thenard en 1802 y Proust en 1806, Laugier y otros químicos. Es un metal de color blanco de plata susceptible de un hermoso pulimento, de fractura muy fino-granujienta, densidad de 8,6 y que tiene la propiedad de ser atraible por el iman: se funde á los 130° del pirómetro de Wedgwood, se oxida rápidamente y no debe conservarse sino dentro del agua resguardado del contacto del aire. Su calor específico, segun Regnault, es igual á 0,10696.

Unido casi siempre al niquel, el hierro y el arsénico, el cobalto no abunda en la naturaleza. Sus minerales mas importantes son en primer lugar el *cobalto arsenical, arseniuro de cobalto ó esmaltina*, CoAs, que cristaliza en cubos y cuya densidad es 6,35: se descompone por el calor esparciendo

(1) *Annales des mines*, 3.ª série, 1835, t. VII, p. 537.
(2) Mazade; *Analyse des eaux thermales de Neyrac, pres Audenas* (Ardeche). Valence, 1852.
(3) *Acta societatis regiæ scientiarum*. Upsal, 1740.

olor arsenical. Este compuesto forma filones en los terrenos antiguos y de transicion: suele estar con frecuencia mezclado con los filones argentíferos como en Santa Maria de las Minas, en Allemont (Delfinado), en Juset cerca de Bagneres de Louchon en Francia, en Bieber en el Hanau, y tambien en Schneeberg en Sajonia. El que se halla en Wittichen está diseminado en el granito. Añadiremos que con frecuencia suele hallarse mezclado el *cobalto arsenical* con el *cobalto arseniatado* que sin duda no es mas que una consecuencia de su oxidacion; se hace tambien mencion de un *sesquiarseniuro de cobalto natural* Co^2As^3,

El cobalto gris ó cobaltina representa el *sulfo-arseniuro de cobalto*, $CoAs^2$,CoS^2. Es un mineral agrisado, cristalizado en octaedros, en dodecaedros pentagonales y en icosaedros modificados con frecuencia: su densidad es 6,29 (Baudrimont), y muchas veces contiene algo de hierro. Se encuentra en Tunaberg (Suecia), en Noruega y en la America del Norte (Estado del Connecticut): en Suecia está diseminado en filones y en montones en el gneis. Por último el *óxido de cobalto* que con frecuencia acompaña al *cobalto arsenical*, es negro, terreo y de fractura lisa. Frecuentemente se ve mezclado con otros óxidos (de hierro, de manganeso) y con arcilla: se ha descubierto en Allemont, en las cercanias de Nontron, donde M. Delanoüe le ha hallado (1) en una mina de manganeso, y por último en el gres terciario superior del cerro de Orsay, cerca de Paris (duque de Luynes) (2). Se encuentra igualmente en el Tirol y en el ducado de Bade.

Hasta ahora no se ha reconocido el cobalto mas que en las aguas minerales de Neyrac al lado del niquel y de algunas otras sustancias metálicas muy raras tambien en estas producciones hidrológicas (3). Despues de este trabajo sobre Neyrac, M. Poggiale, en un análisis de las aguas de Orezza (Córcega) ha indicado al lado del hierro vestigios de cobalto (4).

Cobre. Cu.

396,90 31,78.

Este metal, perfectamente conocido de los antiguos con el nombre de Venus, es de color rojo brillante; cuando se le frota desprende un olor desagradable, es inalterable en el aire seco; pero se altera facilmente cuando está húmedo, constituyendo un óxido, que combinándose con el ácido carbónico del aire, da origen á un polvo verde carbonatado conocido con el nombre de *cardenillo ó verde gris*. El calor ennegrece al cobre favoreciendo su oxidacion.

El cobre se funde á 788°; es poco volátil, mas duro que el oro y que la plata: en cuanto á tenacidad ocupa el segundo lugar, el tercero respecto á su maleabilidad y el quinto relativamente á la ductilidad. En estado de cobre reducido, su densidad es 8,780; cuando está forjado llega á 8,960: su calor específico es 0,09515.

Los minerales cobrizos son muy abundantes y variados: asi es que en la naturaleza encontramos en primer lugar el cobre nativo, procedente sin duda de la reduccion de ciertos minerales de este metal, como por ejemplo el cobre de cementacion que es debido á la reduccion de las sales de cobre por el hierro. Tambien se hallan súlfuros ó piritas cobrizas, ya puros, ya combinados con otros súlfuros, que es lo mas comun, y de aqui los nombres

(1) Dufrenoy; *Traité de mineralogie*, t. II, p. 418-566.
(2) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1856, 1er. semestre, p. 221.
(3) Mazade; *Analyse des eaux de Neyrac, loc. cit.*
(4) Poggiale; *Analyse de l'eau d'Orezza*. Paris, 1854, p. 12, foll. en 8.°

de súlfuros *cobrizos, arseníferos, antimoníferos, plomíferos y argentíferos* en razon de las sustancias que dominan en estos compuestos. Pero con el hierro sulfurado es con el que mas frecuentemente se presenta el cobre en el estado que se denomina *cobre abigarrado* (*filipsita*) ó en el de *pirita cobriza* (*chalcopirita*). El *cobre gris, ó panabasa* de M. Beudant, es tambien con frecuencia bastante rico en plata para poderle emplear en la estraccion de este metal. Se encuentra igualmente *cobre sulfatado*, debido á la oxidacion de los *sulfuros*: despues *arseniuros*, *arseniatos*, *vanadiatos*, *seleniuros*, *arseniosulfuros*, *carbonatos* (*azurita, ntisorina y malaquita*) y por último *cloruros y fosfatos*. La presencia del cobre en las aguas minerales es poco comun. M. F. Hoffmann (1) averiguó la existencia del cobre en las aguas, en las que dice que no se halla sino en estado de vitriolo. Tales son los manantiales de Neusohl en Hungria, las cuales dejan precipitar el cobre muy puro cuando se sumerje en ellos una lámina de hierro. Sin embargo, se le ha indicado en las aguas ferruginosas al lado del hierro. M. Filhol (2) ha encontrado el cobre y el arsénico en los depósitos ferruginosos de los manantiales de los Pirineos; pero conviene observar que puede existir el uno sin el otro. M. Deschamps d'Avallon y despues M. Walchner han reconocido en los terrenos de sedimento el cobre cuya presencia consideran como subordinada á la del hierro, hallándose en ellos asociado frecuentemente con el arsénico. En vista de esto MM. Chevallier y Gobley (3) han propuesto clasificar las aguas ferruginosas en la forma siguiente:

A. Aguas ferruginosas que solo contienen hierro.

B. Aguas ferruginosas que contienen hierro ó indicios de cobre.

C. Aguas ferruginosas que contienen hierro, cobre y arsénico.

Hay tambien aguas minerales que contienen cobre en bastante proporcion sin indicios de arsénico; como la de Bruckenau (Buchner jóven) (4).

Tambien se ha reconocido el cobre acompañando al hierro en el agua ferruginosa de Trianon en Versailles (Chatin) (5): en la de Luxeuil y sobre todo en los depósitos que deja (Braconnot) (6) (O. Henry, hijo (7), y por último en las aguas del Havre y de Yvetot (8). El carbonato de cobre tambien se ha señalado en el agua de Ernabrunnen en Alemania. MM. Durocher, Malaguti y Sarzeau (9) que han encontrado plata en el agua del mar; y plata, cobre y plomo en ciertos fucus, esplican su presencia por la accion que ejerce en los súlfuros de estos metales el cloruro de sodio. Se sabe en efecto que existen ciertos guijarros y morrillo enteramente formados de piritas de hierro y de cobre:

M. Walchner (10) le ha hallado acompañando con frecuencia al arsénico en algunos minerales de hierro, lo que puede servir de indicacion para esplicar su presencia en las aguas.

(1) F. Hoffman; *Disertatio medico physica, loc. cit.*, p. 199.
(2) *Journal de pharmacie*, 3.ª série. 1848, t. XIII, p. 13.
(3) *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1847-48, t. XIII, p. 864-883.
(4) Ch. Gerhardt; *Comptes rendues de l'Academie des sciences chimiques*, 1847.—Chevalier; *Notice historique sur la decouverte de l'arsenic dans les eax minerales*, en el *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1854-55, t. XX, p. 458.
(5) *Journal de chimie medicale*, 3.ª série, 1847, t. III, p. 3.
(6) Chapelain; *Luxeuil et ses bains*. Paris, 1847, p. 65, foll. en 8.º
(7) *Annales de la societé de hidrologie medicale de Paris*. 1856, t. II, p. 259.
(8) *Memoires de l'Academie de medecine*. 1855, t. XIX. p. 121.
(9) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1850, t. XVII, p. 281. – *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, 1850, t. XXVIII, p. 129.
(10) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1846, t. XXIII, p. 612.

Estaño. Sn.

735,20. 58,82.

El estaño que parece haber sido conocido de los romanos, se llamó en la antigüedad *Júpiter*: Strabon hace mencion de él, y en la edad media habla igualmente de él Geber (1). Se trajo de las islas Casiterides, hoy dia islas Británicas. Es un metal blanco, lijeramente azulado, susceptible de un hermoso pulimento, pero que se empaña con facilidad por la accion del aire. Exhala un olor desagradable cuando se frota, es muy maleable, poco dúctil, blando y tan poco elástico como poco tenaz. Cuando se le dobla produce un ruido ó crujido particular debido al desordenamiento de sus moléculas, y á que se ha dado el nombre de *grito ó crujido del estaño*.

El estaño es poco sonoro. Su densidad es igual á 7,285 y no aumenta por la accion del martillo.

No es volátil, no se altera sino al aire húmedo; la accion del calor sola le oxida. Su calor específico es 0,05623. Los minerales de estaño son el *sulfuro* y el *óxido*, llamado tambien *casiterita*. Sus criaderos mas importantes son los de Banka (Indias), Cornouailles (Inglaterra), Altemberg (Sajonia), Schlackenwalder y Zinnwald (Bohemia); por último los de Vaulry (Alta Viena), Pyriac (Loire inferior) y Vilder (Morbihan) en Francia.

El mineral de aluvion ó de lavado (*stream works*) está privado de los sulfuros de hierro y de cobre y del hierro arsenical que contiene, por descomposiciones sucesivas, asi como tambien por la accion del agua. Se ha indicado el estaño en algunas aguas minerales; pero rara vez. M. Will (2) por ejemplo, le han encontrado con el plomo, el cobre y el antimonio en estado de óxidos en el agua de Rippoldsau que pertenece al gran ducado de Baden, y Buchner joven le ha visto tambien en las de Kissingen y Bruckenan (3).

Arsénico. As (4).

Los antiguos conocian el arsenico, sinó en estado aislado, al menos en el de combinacion. Se hace mencion de él en los escritos de Geber, de Avicena y de Alberto el Grando (5). Se hace tambien en las obras de Dioscórides, de Aristóteles y de Teofrasto de un cuerpo rojo llamado *arsénico*, que no es mas que el rejalgar. Paracelso le cita tambien, como Schrœdero (6) (1649); pero no se consideró como metal hasta Brandt (1733), y despues le estudiaron con cuidado Macquer (1746), Monnet (1775), Scheele (1775), y Bergmann (1777). Desde 1665, el célebre químico inglés Roberto Boyle habia sospechado su presencia en las aguas minerales, diciendo con este motivo »El arsénico puede tambien encontrarse en las aguas minerales, lo cual no es estraño, porque este cuerpo existe abundantemente en el interior de la tierra, de donde brotan estas aguas. Es muy dificil demostrar su presencia en ellas, y es muy poco soluble en agua (7) Fitchel (8) pretendia ha-

(1) Hœfer; *Histoire de la chimie*, t. I, p. 316.
(2) *Annales de chem. und pharm.*, t. LXI, p. 181.
(3) Ch. Gerhardt; *Comptes rendues des sciences chimiques*. 1847.
(4) La presencia del arsénico, que es muy frecuente sobre todo en las aguas ricas en hierro y cobre, nos ha inducido á colocar aquí este metaloide.
(5) Hœfer; *Histoire de la chimie*, t. I, p. 514.
(6) *Acta academ.* Upsal, 1733, t. III, p. 39.
(7) Roberto Boyle; *Memoirs for a natural hystory of mineral waters*, vol. III, p. 495-520.—A. Chevallier; *Histoire de la decouverte de l'arsenique*.
(8) Soubeiran; *Des eaux minerales*, en el *Dictionnaire de medecine*, en 30 vol.

berle encontrado despues en estado de sulfuro en el agua de Bukowina en Transilvania, pero M. Tripier, farmacéutico militar de los mas distinguidos es el que ha tenido la gloria del descubrimiento preciso del arsénico en las aguas minerales. (1) Este hábil esperimentador, le demostró en 1839 en las aguas termales de Hamman-Meskoutine en Argelia; poco despues una comision del seno de la Academia de medicina, comprobó la exactitud de sus resultados. (2) En 1846, M. Walchner (3) encontró el arsénico en los depósitos ferruginosos de muchas fuentes de la Alemania, aguas acídulas de la Selva Negra, de Greisbach, de Rippoldsan, de Teinach, de Rotenfels, en las aguas de Pyrmont, de Ems, de Schwalbach, de Lamscheid y del vale de Brohl cerca de Andernach. El mismo autor y otros muchos (4) indicaron tambien este principio en los terrenos terciarios, en la tierra laborable etc.

La impulsion estaba dada y bien pronto un gran número de químicos, tomaron el arsénico por base de sus investigaciones. En 1847, M. Chatin (5) le encontró en el agua ferruginosa de Trianon en Versailles, M. Filhol (6) en los depósitos de las aguas ferruginosas de los Pirineos, M. Caventou (7) en las de Plombieres: el mismo año se encontró tambien en el agua de Cassuejonls en el Aveyron (O. Henry) (8), en la de Kissingen (Buchner) (9), en la de Chateau-Gontier (Bayard) (10) en la de una fuente ferruginosa de Metz (Langlois). (11) Por último, una multitud de trabajos importantes sobre el mismo asunto aparecieron despues de esta epoca; y solo remitiremos a los lectores deseosos de conocer estos diversos descubrimientos á una importante memoria del profesor Chevallier titulada «*Historia del descubrimiento del arsénico en las aguas minerales*) (v. (7) pág. 80). Un ingeniero de minas, M. Daubrée, le ha indicado asociado al antimonio en algunos combustibles minerales, en muchas rocas y aun tambien en el agua del mar (12), mientras que M. Stein (13) le ha señalado en muchos vegetales (nabos, patatas). No seria posible hallarle en las confervas?

El arsénico clasificado (14) entre los metales á causa de su aspecto, de su brillo metálico y de su densidad, y además por sus semejanzas con el antimonio, se ha considerado por otros químicos atendiendo á sus combinaciones como un metaloide, afine al azoe y sobre todo al fósforo; opinion la mas generalmente admitida en el dia. Diremos pues que es un cuerpo sólido á la temperatura ordinaria, de color gris de acero, casi negro, brillante, pero que se empaña al aire alterándose rápidamente con su contacto, por lo que hay necesidad de conservarle debajo del agua: su testura es granugienta, pequeño laminar, poco tenaz. No tiene sabor y cuando se le frota desprende olor aliáceo que es mas pronunciado cuando se le echa sobre las ascuas. Su densidad es 5,75 (Pelouze y Fremy), 5,959 (Guibourt): la densidad de su vapor es 10,39 (Dumas).

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, 1840, t. I, p. 340.—*Journal de chimie medicale*, 2.ª série, 1840, t. VI, p. 274.
(2) *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1839, t. III, p 889. 1844-45, t. X, p. 1001.—1852-53, tomo XVIII, p. 1086.—*Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1849, t. XXIII, p. 682.
(3) Berzelius; *Rapport annuel sur les progres de la chimie*. 1847, p. 221.—*Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1846, t. XXIII; p 612.
(4) Figuier; *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1846, t. XXIII, p. 818.
(5) *Journal de chimie medicale*, 3.ª série, 1847, t. III, p. 3.
(6) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1848, t. XIII, p. 13.
(7) *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1847-48, t. XIII, p. 864.
(8) *Id. id*. 1846-47, t. XII, p. 956.
(9) Ch. Gerhardt; *Comptes rendues de l'Academie des sciences chimiques*, 1847.
(10) *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1847-48; t. XIII, p 142 864.—1854-55, t. XX, p. 454.
(11) Langlois; *Analyse des eaux de la Moselle et de quelques sources voisines de la ville de Metz*. 1848, foll. en 8.º
(12) *Annales des mines*, 4.ª série, 1851, t. XIX, p 669.
(13) *Jonrnal de pharmacie et de chimie*. 1851, 3.ª série, t. XIX, p. 229.
(14) J. Bronwal, químico sueco, ha sido el primero que ha clasificado este cuerpo entre los metales, (*Acta academiæ regiæ succorum*. 1744).

El arsénico se volatiliza á 300° sublimándose sin fundirse, y entonces cristaliza en tetraedros; si se le quiere obtener fundido es preciso someterle á una fortísima presion, en cuyo caso se reduce á un líquido trasparente. Rara vez existe en estado nativo. Sin embargo se citan algunos criaderos de él; como en Santa Maria de las minas (Alto Rhin) en donde se presenta cristalizado en agujas bacilares que no tienen brillo metálico mas que en la fractura, y que están mezcladas con barita sulfatada (Dufrenoy). Se halla en la naturaleza combinado con otros metales constituyendo *arseniuros ó arseniosúlfuros*, de los que tendremos ocasion de hablar cuando tratemos de estos diversos metales: tales arseniuros son de base de plata, cobre, hierro, plomo, estaño, cobalto y niquel. Finalmente se lo encuentra en estado de sulfuro formando dos variedades interesantes, el *protosulfuro ó rejalgar y el bisulfuro ú oropimente*. El primero AsS^2 que es rojo ó rojo naranjado cristaliza en prismas romboidales oblícuos, ó está en masas granujientas amorfas: frecuentemente se le vé en los lechos argentíferos, plomíferos y cobaltíferos: su densidad es 3,5. Se volatiliza al soplete desprendiendo un olor de ajos muy marcado.

Hay criaderos de él en China, Persia, Transilvania y Hungria, como tambien en ciertos terrenos volcánicos del Vesuvio, del Etha y de la Guadalupe (Omalius d'Halloy, Dufrenoy).

El oropimente es amarillo cetrino, lameloso, á veces en masas granujientas y compactas, y se separa con facilidad en placas: su densidad es 3,48, se quema completamente al soplete con olor de ajos, lo mismo que el anterior.

Este mineral se encuentra en Hungria, Sajonia, Persia y China.

Las materias que vomitan los volcanes no le contienen: sin embargo las eflorescencias del Moutet de Cransac encierran notable cantidad de él (Blondeau, de Rhodez). ¿En que estado se halla el arsénico en las aguas minerales? Cuestion es esta sobre la que los químicos no están perfectamente de acuerdo y que nosotros vamos á dilucidar del mejor modo que nos sea posible.

Wachner habia admitido que todas las aguas ferruginosas contenian arsénico, y segun él en estado de arseniato de hierro siempre; pero estas aserciones no se han confirmado completamente por las investigaciones de MM. Chevallier y Gobley (1) sobre la presencia del arsénico en las aguas minerales. En efecto, estos hábiles esperimentadores no han podido encontrarle en las aguas ferruginosas de Passy, Forges, Saint-Allyre, barros y aguas de Saint-Amand, etc. Debemos añadir á esto que en un gran número de aguas minerales salinas que no contienen sino muy leves indicios ó acaso nada de hierro se ha indicado igualmente el arsénico (2) y con frecuencia al mismo tiempo que el yodo y el bromo, por ejemplo en Niederbronn (Alto Rhin) (Kossmann.)

Es probable que en las aguas ferruginosas arsenicales, los dos principios que producen frecuentemente los arseniuros de hierro se hallen en estado de *arseniato* de este metal como M. Lassaigne (3) lo ha admitido en Wattwillers (Alto-Rhin): y además puede suceder que bajo la influencia del carbonato de cal una parte de la primera sal se descomponga de modo que dé además *arseniato de cal*, como el mismo autor lo ha demostrado en las aguas de Royat (Puy de Dome). M. Blondeau de Rhodez en un trabajo sobre las aguas de Cransac (4), restableciendo la abandonada opinion de Fitchel

(1) *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1847-48, t. XIII, p. 864-975.
(2) O. Henry y Lheritier; *Hidrologie de Plombieres*. Paris, 1855, en 8.°, p. 101.
(3) *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1849, t. XIV, p. 1048.
(4) *Id. id.* 1850, t. XV, p. 979.

que hemos citado antes, admite que en las aguas consideradas como tóxicas de esta localidad, el principio arsenical se halla en estado de sulfuro de arsénico *manitoso*, en disolucion en el cloridrato y yodidrato de amoniaco. El mismo autor añade que en un gran número de aguas minerales, este sulfuro de arsénico se halla en disolucion en los cloruros de potasio y de sódio, y por último que los efectos terapéuticos producidos por muchas aguas que encierran yoduros alcalinos deben sus virtudes al arsénico que siempre contienen. El baron M. Thenard (1) en sus escelentes é interesantes investigaciones sobre las aguas de Mont-Dore, le ha indicado en estado de *arseniato de sosa*; pero en contra de la opinion de M. Lassaigne, cree que el arsénico en estado de arseniato de sosa, proviene de la accion del carbonato de esta base sobre el arseniato de hierro primitivo. Lo que da mayor fundamento á esta opinion, es la cantidad de óxido de hierro *arseniatado* que se halla en los depósitos en que está el agua. Añadiremos que la presencia del arsénico en la sal gemma de Sezanne (Marne), demostrada por primera vez por MM. Latour de Trie y Lefrancois (2), es tambien una prueba en apoyo de la hipótesis del *arseniato de sosa* en las aguas.

MM. Lheritier y O. Henry han indicado en las fuentes de Plombieres, el arsénico en estado de sal ferruginosa en unas, y de combinacion con la sosa en otras. (3) Terminaremos este capítulo diciendo que por mucho tiempo los químicos habian admitido que en los depósitos manganíferos de las aguas minerales, el arsénico se halla en estado de ácido arsenioso; que M. M. Will y Warentrapp se habian aventurado á decir que es ácido arsénico, y por último, que M. Levol, despues de nuevas esperiencias, se inclinaba al parecer de los primeros. (4)

Llegamos ahora al estudio de algunos compuestos, que por decirlo así, no se ha hecho mas que percibir en las aguas minerales, y aun es preciso confesar, que no han podido verse claramente mas que una vez. Sin embargo, para hacer esta obra tan completa como sea posible, creémos deber referir su historia en pocas palabras; con este motivo, diremos que se ha llegado hasta admitir el oro en ciertas aguas, como, por ejemplo, las de Louesche (5); pero es un hecho enteramente inventado: Los cuerpos de que vamos á ocuparnos son el molibdeno, el tungsteno, el titano, el antimonio, el cerio, el tántalo, la glucina, la circona y la itria.

Molibdeno Mo.

575,83 46,00

El ácido molíbdico descubierto en 1778 por Scheele (6) condujo á Hielm (7) á aislar en 1782 el molibdeno que constituye un metal de color blanco mate inalterable, susceptible de pulimento y de la densidad de 8,615.

Es difícilmente fusible, y por la oxidacion produce un protóxido MoO, un dentóxido MoO^2, y por último, un ácido MoO^3 (ácido molíbdico), que se combina en muchas proporciones con MoO^2.

Se halla el molibdeno en la naturaleza, sobre todo en estado de *molibdeno*

(1) *Comptes rendues de l'Academie des sciences.* 1854, t. XXXIX, p. 763.
(2) *Journal de pharm. et de chim.* 2.ª série, 1850, t. XVI, p. 618.
(3) O. Henry y Lheritier; *Hydrologie de Plombieres, loc. cit.*
(4) *Journal de pharm. et chim.* 3.ª série, 1851, t. XIX, p. 94.
(5) *Journal de chimie medicale,* 1.ª série, 1829, t. V, p. 590.
(6) Scheele; *De molybdena,* in *Acta academiæ regiæ succorum*, año 1768, y en *Opuscula chimica et physica, loc. cit.* t. I, p. 200-213.
(7) Hœfer; *Histoire de la chimie,* t. II, p. 472.

sulfurado MoS^2, que los predecesores de Scheele, entre otros Cronstedt (1) confundieron con la plombagina. Klaproth le estudió con cuidado (2).

Es un cuerpo muy blando, de color gris azulado, que deja en el papel manchas verdosas, de la densidad de 4,133, que arde al soplete desprendiendo ácido sulfuroso, y produciendo entonces un depósito blanco pulverulento. Este mineral, bastante raro, se halla en los terrenos graníticos mas antiguos, unido con frecuencia con el estaño y el *c sheelin ferruginoso.*

Tungsteno Tu.

1188,36 92,00.

Scheele en 1781 fué tambien (3) el que aisló el ácido túngstico en el mineral conocido con el nombre de *scheelin calizo* (*tungstato de cal*). Segun las indicaciones de Bergmann: los hermanos Elhuyart (4) redujeron por el carbon el ácido túngstico aislado del *Wolfram* (*tungstato de hierro y de manganeso*), y obtuvieron un nuevo metal de color gris oscuro, de fractura cristalina, que adquiere brillo por la frotacion; es fijo espuesto al fuego, casi infusible, y se vuelve muy duro despues de haber esperimentado una temperatura muy elevada: su densidad es de 17,6. Los principales minerales de tungsteno son:

1.° El *wolfram*, que pertenece á los terrenos de cristalizacion mas antiguos, y que con frecuencia está unido con los filones de manganeso ó estaño. Vanquelin (5) ha hallado el ácido túngstico en la mina de manganeso de la Romaneche: y en Francia le hay en el departamento del Alto Viena.

2.° El *scheelin calizo* (tungstato de cal) ó *wolfram blanco*, que se encuentra frecuentemente en las minas de estaño.

Titano Ti.

314,70 25,10

El titano descubierto en 1791 por Gregor en el hierro titanado y estudiado en 1794 por Klaproth (6), que analizó el *rutilo* (*ácido titánico* casi puro), es un metal de color rojo de cobre brillante, quebradizo, fácil de pulverizar, infusible, muy duro, que raya el cuarzo y de la densidad de 5,9.

Existe en la naturaleza en estado de óxido y en el de ácido combinado con el hierro y el manganeso, acompañado frecuentemente de sílice y de cal, conocido con el nombre de *esfena* ó *titano silíceo calcáreo.*

El *rutilo* que se halla en Hungría, en España y en Saint-Gothard está casi enteramente formado de ácido titánico, 97 á 98 por 100, con una débil porcion de óxido de hierro.

La *anatasa* tiene una composicion muy análoga, y contiene algunas veces un poco de óxido de estaño. El de Oisans (Delfinado) está adherente al cuarzo hialino ó unido con la albita. Por último, la variedad de *hierro titanado*, llamado *nigrina* dá hasta 14 por 100 de óxido de hierro y 2 de óxido de manganeso.

(1) Scheele; *De plumbagine*, en *Acta academiæ regiæ suecorum*, año 1779, y en *Opuscula chimica et physica*, t. I, p. 214-222.
(2) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1816, t. III, p. 115.
(3) Scheele; *Nova Acta academiæ regiæ suecorum*, año 1781 en *Opuscula chimica et physica*, t. II, página 119-126.
(4) Hœfer; *Histoire de la chimie*, t. II, p. 473.
(5) *Journal de pharm.*, 2.ª série, 1827, t. XIII, p. 426.
(6) Klaproth; *Memoires de chimie*, trad. francesa, t. II, p. 70, y en el *Journal de physique*, t. XXXIX, p. 68, y t. XL. p. 72 y 152.

El titano no se ha indicado mas que en Warwich (Estados-Unidos) en estado de floruro doble de titano y de hierro, y despues por primera vez se ha anunciado en el agua mineral de Neyrac (Ardeche) por M. Mazade. (1) Uno de nosotros ha creido tambien encontrarle, lo mismo que el niquel y el cobalto, en los depósitos abandonados por estas aguas (2). Desde entonces la sociedad de hidrologia médica de Paris ha encargado á una comision volver á hacer esta interesante análisis, y las conclusiones de su relator M. Lefort, sobre la presencia de estos metales (3) han sid o negativas.

Antimonio Sb.

806,45 129,00

El antimonio, llamado antes *antimonium*, *régulo de antimonio* ó *stibium*, es conocido desde muy antiguo. Le estudió primero Geber (4) en el siglo IX, despues Basilio Valentin (5) en el XV. Este metal es de un brillo muy vivo, blanco azulado, de estructura laminosa, cuya cristalizacion imita las hojas de helecho cuando está impuro: granujienta y cúbica, si se halla purificado, muy quebradizo, fácil de pulverizar, y tiene una densidad de 6,702 á 6,86 (Baudrimont).

Su calor específico es 0,05077.

El antimonio se funde á 425°; pero se volatiliza con dificultad aun al rojo. Rara vez se encuentra en estado nativo en la naturaleza, y algunas veces existe mezclado con arsénico; pero lo mas frecuentemente se halla en estado de sulfuro, de óxido ó de oxisulfuro. El óxido de antimonio Sb^2O^3 cubre generalmente al antimonio nativo, y se halla en Allemont (Isere). En cuanto al otro óxido Sb^2O^4 (*ácido antimonioso*) acompaña mas bien al antimonio sulfurado.

Este último ó *estilbina* de los mineralogistas, es el mas abundante de los minerales de antimonio, frecuentemente forma filones en las rocas primitivas, y contiene arsénico sulfurado, sulfuros de plata, de plomo, de cobre y de niquel. Hay criaderos considerables de él en Suecia, en Hungría, en Bohemia, en Inglaterra, algunos en Francia, en los departamentos de la Lozere, del Ardeche, del Gard y del Cantal.

El antimonio *oxisulfurado ó quermes nativo* se produce sobre el antimonio sulfurado por la accion del aire húmedo; principalmente se observa sobre ejemplares de antimonio sulfurado, plomífero, cuprífero y niquelífero. Rara vez se ha indicado el antimonio en las aguas minerales. M. Beccer (6) pretende haberle encontrado en estado de óxido en el agua de un pozo de Schüpfhein (canton de Lucerna en Suiza). 100,000 gr. de este agua contenian segun él 1 gr. de óxido de antimonio, y además sulfato, cloridrato y carbonato de sosa, carbonato de cal, óxido de hierro y sílice. M. Walchner (7) dice que ha percibido vestigios de él en los depósitos de las aguas de Viesbaden. Por último, segun M. Daubrée, (8) existe al lado del arsénico en el agua del mar.

(1) Mazade; *Analyse des eaux de Neyrac*, (Ardeche). Valence, 1852, foll. en 8.°
(2) *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1851-52, t. XVII, p. 781.
(3) *Annales de la societé de hidrologie*. 1857, t. III, p. 362.
(4) Geber; *Liber investigationis magisterii*.
(5) Basilio Valentin; *Currus triumphalis antimonii*. F. Thoelden. Leipsick, 1604 en 8.°—Hœfer; *Histoire de la chimie*, t, I, p. 455.
(6) *Jharb für p. pharm.*, t. X, p. 3.—Berzelius; *Rapport annuel sur les progrés de la chimie*, 1847. p. 222.
(7) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série. 1847, t. XI, p. 247.
(8) *Annales des mines*, 4.ª série, 1851, t. XIX, p. 660.

Cerio	Ce.
590,80	47,26.

El descubrimiento del cerio es debido á Berzelius é Hisinger (1) en 1804; examinando un mineral de Suecia, el *tungsteno de Batnas*. Este metal se presenta en forma de un polvo de color rojo de chocolate oscuro, susceptible de cierto pulimento bruñéndole; es mal conductor de la electricidad, y descompone el agua á 100.°

Los minerales de cerio son raros: la primera vez se le ha encontrado en la *cerita* (*hidrosilicato de cerio*): tambien se halla en estado de fluoruro, de carbonato y de fosfato.

Algunas veces le acompañan el hierro y la alumina. (2) En 1839 M. Mosander, (3) descubrió en la cerita otros dos metales, á los que dió los nombres de *lantano* y de *didimio*, los que acompañan casi siempre al cerio. (4)

Colombio ó Tántalo	Ta.
1551,15	92,29.

El colombio es muy raro y poco conocido todavía; solo existe en un corto número de minerales: la *tantálita* (*tantalato de hierro* y de *manganeso*), la *itriotantálita* (compuesta de ácidos túngstico y tantálico combinados con la itria, el sesquióxido de hierro y el óxido de uranio) y la *bayerina*.

Los dos primeros minerales son de América, de Suecia y de la Finlandia, y segun las observaciones de H. Rose, contienen con frecuencia un poco de ácido estañico, de ácido túngstico y tambien débiles proporciones de cobre y de cal.

El tercer mineral ó *tantálita de Baviera*, contiene, segun el mismo autor, dos ácidos metálicos (ácido pelópico y nióbico), grados de oxidacion de dos metales poco conocidos el *pelopio* y el *niobio*.

El Colombio le descubrió Hatchett, (5) aislándole de un mineral de América. Ekeberg (6) le estrajo poco despues de un mineral de Suecia, llamándole *tántalo*: Vollaston (7) en 1809 demostró la identidad de estos dos cuerpos. Es un metal negro pulverulento, que se vuelve gris y brillante cuando se le bruñe, infusible aun al fuego de forja, y arde vivamente trasformándose en ácido *tantálico* ó *colómbico*.

Glucina	$Gl^2\ O^3$.		
Gl^2	174,24	15,92	36,74
O^3	300,00	24,00	63,26
	474,24	37,92	100,00

La *glucina* que se ha considerado hasta estos últimos años como un *sesquióxido de glucio*, es un protóxido segun las esperiencias del químico ruso

(1) *Annales de chimie*. 1804, t. L, p. 245.—1805, t. LIV, p. 28.
(2) *Id. id.* 1814, t. LXXXIX, p. 318.
(3) *Philosophical Magazine*, t. XXIII, p. 241.—*Annales de chimie et de physique*. 1844, 3.ª série, t. XI, p. 464.
(4) En la análisis ejecutada por D. Antonio Moreno y D. Diego Lletget de las aguas de Béjar y Moncmayor, encontraron *óxidos de cerio y de litio*, ademas de otros varios cuerpos, entre los que figuran el *sulfato mangánico y el ácido fosfórico*: todo lo cual da á estas aguas un carácter especialísimo por su poco comun composicion. (*Nota del traductor.*)
(5) *Annales de chimie*, 1802, t. LXI, p. 188-194.—1802, t. XLII, p. 155.—1805, t. XLIV, p. 159.
(6) *Id. id.* 1802, t. XLIII, p. 276-280.
(7) *Id. id.* 1810, t. LXXVI, p. 87, y *Transactions philosophiques de Londres*. 1809, 2.ª parte.

M. Awdejew. (1) Vauquelin la descubrió (2) en 1798 en el *berilo* y en la *esmeralda* (*silicato de alúmina y glucina*) y Klaproth (3) la estudió despues. Es un polvo infusible á una alta temperatura, fijo, insoluble en agua y en los álcalis cáusticos y tiene una densidad de 2,967.

La glucina, así como la itria, la circona y la alúmina, no tiene accion sobre el gas oxígeno: se distingue de la última de estas bases por la facilidad con que el carbonato de amoniaco la precipita y redisuelve.

La glucina forma como la alúmina algunas combinaciones con los álcalis; el sabor decididamente azucarado de estas sales solubles ha dado origen al nombre con que se designa. Los minerales que contienen glucina son la *glucina silicatada*, *la cimofana*, *la euclasa*, *el berilo y la esmeralda*, todos silicatos dobles de alúmina y glucina con cantidades variables y mínimas de óxidos de cálcio, de magnesio, de hierro, de cromo y de manganeso.

La glucina rara vez se ha indicado en las aguas minerales.

	Circona $Zr^2 O^3$.		
Zr^2	839,46	67,16	73,67
O^3	300,00	24,00	26,33
	1139,46	91,16	100,00

La *circona ú óxido de circonio* fué descubierta por Klaproth en 1789, (4) en el *gergon* y el *jacinto* (*silicatos de circona*) que se encuentran principalmente en la isla de Ceylan. Los departamentos de Puy de Dome y del Alto Loire presentan tambien jacintos ya entre las arenas del riachuelo de Expailly, ya en los basaltos de las montañas de la Auvernia.

Guyton de Morveau la estudió con cuidado (1796) (5) y despues Vauquelin (1797). (6)

La circona es un polvo blanco, insípido, inodoro, insoluble en agua, pero ligeramente soluble en el sesquicarbonato de amoniaco y los bicarbonatos alcalinos. Calcinada al rojo es infusible y fija, produce un vivo desprendimiento de luz y se vuelve bastante dura para rayar al vidrio: entonces es insoluble en los ácidos, escepto el sulfúrico concentrado.

	Itria YO.		
Y	402,31	32,18	80,10
O	100,00	8,00	19,90
	502,31	40,18	100,00

La itria es el óxido de un metal muy raro, el *itrio*, aislado por VVœhler en 1827. (7) La historia de esta base es moderna. En 1787 Arthenius descubrió en Iterby (Suecia) un mineral que Ekeberg (1794) (8) designó con el

(1) *Revue scientifique et industrielle de Quesneville*. 1842, t. X, p. 320.
(2) *Anales de chimie*. 1798, t, XXVI, p. 155.—1803, t. XLIV, p. 28.
(3) Klaproth; *Beitrage*, t. III, p. 215.
(4) *Annales de chimie*. 1797, t. XXII, p. 179.—1798, t. XXVII, p. 4.—*Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1817, t. VI, p. 7.
(5) *Annales de chimie*. 1797, t. XXI, p. 72.
(6) *Id. id.* 1797, t. XXII, p. 157-179 y *Journal des mines*, año V (1797), p. 97.
(7) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1828, t XXXIX, p. 81.
(8) *Annales de chimie*. 1800, t. XXXVI, p. 146.—1801, t. XXXVII, p. 86.—1802, t XLIII, p. 276.—1804, t. LXI, p. 258.—1805, t. LXII, p. 208.

nombre de *gadolinita*, despues que Gadolini (1) habia descubierto en él una base que llamó *itria*. Esta ba se fué estudiada por Vauquelin (1800), por Klaproth (1801), por Ekeberg (1802), por Berzelius (1820), por VVoehler y despues por Mosander (2) que reconoció que esta sustancia no era mas que una mezcla de itria y de otros dos óxidos, la *erbina* y la *terbina* (óxidos de *erbio y terbio.*)

La itria acompaña casi siempre á la *cerita* y existe en ciertos minerales raros que todos son combinaciones de los *ácidos titánico y tantálico, de cerita, de circona* y frecuentemente de *hierro, de uranio y de cal.* (3) Esta base que tiene un sabor al principio azucarado y despues astringente, es blanca cuando se ha calcinado, infusible al fuego de forja, insoluble en agua y en los álcalis; pero soluble en los ácidos sobre todo cuando están diluidos.

SUSTANCIAS ORGÁNICAS.

Los compuestos que acabamos de examinar no son los únicos que se encuentran en las aguas minerales; pues que tambien el reino orgánico contribuye con su contingente á aumentar el número de los principios que mineralizan las aguas: y aunque no son muchas las sustancias que vamos á mencionar, no por eso carecen de cierto interés que nos obliga á darles cabida en este capítulo.

Ácidos orgánicos.

Solo haremos una ligera indicacion sobre el *ácido fórmico*, cuya existencia dió á conocer Peten kofer en el agua de Prinzhofen, y Scherer (4) en la de Bruckenau en Baviera, al lado de los ácidos propiónico y butírico; agua en la que Vogel ya habia reconocido el *acetato de potasa.*

Nos detendremos algo mas sobre otros dos ácidos que aunque de naturaleza algo incierta hasta el dia, y sobre la que la química no ha fallado definitivamente, no dejan de tener una verdadera importancia, pues que su presencia en ciertas aguas ferruginosas ha motivado el que se las separe en una clase aparte: nos referimos á los ácidos *crénico y apocrénico.*

A Berzelius (5) debe la ciencia su descubrimiento verificado al analizar el agua de Porla en Suecia, en la que se hallan en cantidad muy considerable, pues que segun dicho autor cada 1000 gramos contienen gr. 5,2515 de estos dos ácidos.

Acido crénico. Este ácido cuyo nombre se deriva de κρηνη manantial, y al que generalmente se ha asignado la fórmula $C^{24}H^{24}O^{16}$, es un cuerpo incristalizable, en copos, de color amarillo sucio y de sabor menos ácido que astringente. Es soluble en los álcalis con los que se combina dando origen á sales solubles é incristalizables. Tanto este ácido como el siguiente se encuentran combinados principalmente con los óxidos de hierro y de manganeso en las aguas minerales: y segun un gran número de químicos, entre otros Mr. Daubré (6), la combinacion del óxido de hierro con los ácidos crénico y apocrénico es el resultado de reacciones posteriores, siendo el primer

(1) *Transactions de Stockelm* de 1849.—*Annales de Crell* de 1794.
(2) *Philosophical Magazine*, t. XXIII, p. 251, y *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série. 1844, t. XI, p. 464.
(3) *Annales de chimie*. 1800. t. *XXXVI*, p. 152, y *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1816, t. III, p. 26.
(4) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1857 t. *XXXI*, p. 122.
(5) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1833, t. LIV, y *Annales des mines*, 3.ª série, 1834, t. V, p. 527.
(6) *Annales des mines*, 4a. série, 1846, t. X, p. 57.

disolvente el ácido carbónico. M. Filhol (1) ha observado que en las aguas ferruginosas de los Pirineos que tienen cobre y arsénico, la materia orgánica contiene muy poco ácido crénico.

Acido apocrénico. El ácido crénico espuesto al aire, se transforma en ácido apocrénico $C^{48}\ H^{24}\ O^{24}$, 2HO, el cual es mucho mas oscuro de color que aquel, menos soluble en agua, pero soluble en alcool puro: su sabor es mas francamente astringente, se combina tambien con las bases formando *apocrenatos* análogos á los *crenatos* y que por lo comun son debidos á la transformacion de estos por la influencia del aire.

Segun Berzelius, estos ácidos encierran azoe y dan amoniaco por la destilacion seca; pero Mulder (2) opina que el azoe está en estos ácidos en estado de amoniaco y puede quitársele completamente por medio del ácido azoótico.

Las propiedades de estos ácidos los aproximan sobremanera á los ácidos del *mantillo* y del *humus*, que Berzelius (3) consideraba como congéneres de aquellos; y aun este químico pensó que tales ácidos procedentes de la descomposicion de las materias orgánicas en putrefaccion estaban tal vez formados de ácido acético ó de ácido fórmico unido á un copulado que era la causa de su color pardo ó negro y de su escesiva solubilidad en el agua.

Sea lo que quiera, aun está sin conocerse bien la historia de estos cuerpos interesantes y exige nuevas investigaciones: debemos sin embargo hacer notar que los importantes trabajos de M. Mulder han hecho ver que estos ácidos resultan de la descomposicion de las materias orgánicas vegetales, y que se encuentran en todas las especies de mantillos, cuyos elementos constituyen en union de los cuerpos siguientes:

El *ácido úlmico* y la *ulmina* cuya composicion idéntica es $C^{40}\ H^{28}\ O^{12}$: el *ácido húmico* y la *humina* C H^{24} O y por último el *ácido géico* $C^{40}\ H^{24}\ H^{14}$.

Estos ácidos no son muy raros, pues que todas las aguas ferruginosas los contienen en mayor ó menor cantidad y ademas diremos que se han encontrado en el agua de lluvia en estado de *crenatos de potasa y sosa* y mezclados con vestigios de sulfatos y cloruros de las mismas bases. Estas esperiencias son debidas, al príncipe de Salm-Horstmar. (4) Mas adelante daremos algunos caracteres que pueden servir para aislar estos ácidos y hacerlos reconocer.

Materias bituminosas.

Se encuentran tambien los hidrógenos bicarbonados en algunas aguas: en lo cual nos referimos á los betunes, asfalto, petroleo y otras sustancias análogas que están formadas únicamente de carbono é hidrógeno combinados en proporciones variables. Su origen, que algunos autores y entre ellos M. d^{e} Omalius d^{e} Halloy refieren al del *grisou* no es el mismo en todos los casos; unos son debidos á la descomposicion de las materias orgánicas sin duda por una combustion lenta, especie de *eremacausia* que se verifica en las capas terrestres y que va seguida de una destilacion (Virey) (5); otros formados por un fenómeno igneo análogo al que da origen á los volcanes, ya igneos, ya cenagosos, y á las fuentes de fuego en cuyo alrededor se encuentran

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3a. série, 1848, t. XIII, p. 15.
(2) *Sheikundije Onderzoekingen*, t. II, p. 76.
(3) *Rapport Annuel de Berzelius sur les progrès de la chimie*. 1845, p. 316-326.
(4) *Annales de Poggendorf*, t. LIV, p. 254.—Berzelius; *Rapport annuel sur les progres de la chimie*. 1845, p. 289.
(5) *Journal de pharmacie et de chimie*, 2.ª série, 1822, t. VIII, p. 235.

frecuentemente. Algunas veces se desprenden en estas fuentes burbujas de gas sulfídrico que ennegrecen el bronce y la plata (Virey).

Todas estas materias bituminosas, lo mismo que los hidrocarburos arden con llamas mas ó menos vivas dando depósitos de negro de humo y dejando desprender un olor empireumático bastante fuerte y penetrante. Entre estas sustancias las mas importantes que tenemos que examinar son las siguientes. En primer lugar el *aceite de nafta*, $C^3 H^5$, líquido lijeramente amarillentos de la densidad de 7,53, de olor penetrante, que hierve á 85° sin esperimentar descomposicion y que disuelve con facilidad las resinas y el asfalto. La densidad de este producto varia entre 7,53 y 8,50 y depende de la purificacion que se le haya hecho esperimentar. He aquí, segun Thomson (1) las densidades de algunas naftas:

1.°	Nafta de Persia sin rectificar.	7,53
2.°	Nafta de ulla perfectamente incolora fabricada en Edimburgo.	8,17
3.°	Nafta de ulla ligeramente amarilla, fabricada en Glascow. .	8,50
4.°	Nafta natural de Amiano, determinada por Saussure. . .	8,36
5.°	Nafta rectificada tres veces.	7,58

Esta sustancia es abundante en Salies en los Pirineos, en Amiano en el ducado de Parma y por último á orillas del mar Caspio cuyas fuentes ardientes son tan famosas. Algunas veces es intermitente la presencia del aceite de nafta y solo se manifiesta á intérvalos mas ó menos largos. Como ejemplo de este hecho se cita un pozo abierto en las cercanias del rio de Cumberland en los Estados-Unidos que produce una cantidad bastante considerable de agua salada y en el cual se encuentra aceite de nafta que deja de aparecer algunos años. (2)

El *aceite de petroleo* ó *aceite de piedra* análogo al anterior, solo difiere de él por su color mas oscuro y por su consistencia espesa. Es un líquido ligeramente siruposo, de la densidad de 8,36 á 8,78; su composicion no está bien determinada, porque segun Unverdorben está formada de una mezcla de tres productos volátiles, cuyos puntos de ebulicion son: el primero á 95°, el segundo á 112° 5, y el tercero á 313°. El resíduo de la destilacion es pardo, viscoso: cuando se quema deja un depósito carbonoso análogo al hollin.

Duchanoy en su libro de aguas minerales consagra (3) un capítulo al estudio de las aguas bituminosas, reconociendo muchas especies de petroleo, el negro, el rojo, el amarillo, el blanco, cuyos colores provienen sin duda de la mayor ó menor pureza de este líquido. El *petroleo blanco*, que Boerhaave consideraba como un cuerpo muy análogo al alcool, es probablemente uno de los productos volátiles que produce en la destilacion el *petroleo*.

El aceite de petroleo contiene, segun la mayor parte de los autores, cierta cantidad de *asfalto* en disolucion, lo que aumenta su viscosidad. Pero cuando esta sustancia está en proporcion mas considerable, el producto lleva el nombre de *malta* ó *betun glutinoso*, *brea mineral*, *pez mineral*, *pisasfalto*. Es un cuerpo blando que parece intermedio entre el aceite de petroleo y el asfalto, y que sale de la tierra por hendiduras en los terrenos terciarios. Se encuentra el aceite de petroleo en Coalbrook-dale, en Inglaterra, de donde se origina en una capa de ulla; lo mismo sucede en Gabian en el Languedoc.

Se encuentra tambien en Amiano (ducado de Parma), en el monte Ziblio (ducado de Módena), por último, en las islas del Cabo Verde, donde frecuentemente se vé en masas que nadan en la superficie del mar. Pero sobre todo

(1) Thomson; *Système de chimie*, trad. por Riffault. Paris, 1822, t. V, p. 428.
(2) *Magasin pittoresque*, año 1838, p. 331.
(3) Duchanoy; *Art d'imiter les eaux minerales*. Paris, 1780, p. 302, en 12.

se producen considerables cantidades de él en el pais de los Birmanes, puesto que la pequeña ciudad de Rainanghong es el centro de un distrito que contiene mas de 500 manantiales de esta sustancia (Dufrenoy).

Una variedad de malta notable por su elasticidad, se conoce con el nombre de *elaterita*, *betun elástico*, ó *cautchú mineral*.

En cuanto á la pez mineral ó *malta*, impregna materias térreas y arenosas, y constituye en esta forma los productos conocidos con los nombres de *grés betuminoso*, *arcillas bituminosas*, que se pueden quemar; tal es el ejemplo del *pozo de Vaisse* en Vichy (Nivet). La Auvernia presenta tambien muchos criaderos de malta, de los que uno ha sido bastante importante para dar á la localidad el nombre de *Puy de la Poix*.

El asfalto llamado tambien *betun de Judea*, *karabe de Sodoma*, *bálsamo de momia*, es un cuerpo sólido, negro ó pardo negruzco, de fractura concoidea, brillante y homogénea, de aspecto parecido al de la ulla, que adquiere la electricidad negativa por frotacion, y que tiene una densidad que varia entre 10,7 y 12.

La composicion de este cuerpo es compleja, puesto que sometido á la destilacion seca, dá por una parte aceite betuminoso, agua, gases comburentes y vestigios de amoniaco, mientras que el resíduo está compuesto de silice, de alumina, de peróxido de hierro, de cobre y de un poco de manganeso.

Este cuerpo singular tan abundante en las orillas del Mar Muerto, parece tener una influencia deleterea, que se estiende á la vez á esta vasta estension de agua en que no hay peces y á las riberas en que la vejetacion es nula, por decirlo así. Se halla tambien diseminado á los terrenos terciarios de Lobsan y de Dax (Landas) de Seyssel y de Monestier en el Cantal, diseminado en la caliza bituminosa; se encuentra en los terrenos basálticos, y le contiene tambien el Puy de la Poix. Estos productos bituminosos sobrenadan algunas veces en ciertas fuentes sulfurosas: el agua de Teiaphosa (isla de Chios) que marca 42.° R. está cubierta de una capa de aceite llamado de *picina*, que pasa por muy eficaz contra la gota y el reumatismo; en la isla de Zante hay una fuente análoga. (1)

CAPITULO TERCERO.

DE LA FORMACION DE LAS AGUAS MINERALES; DE SUS CAUSAS MAS PROBABLES; SU MINERALIZACION, UNIDA ESPECIALMENTE A CAUSAS GEOLÓGICAS, PUEDE ESPLICARSE DE UN MODO MUY EVIDENTE; FORMACION DE LAS AGUAS MINERALES DE DIFERENTES ESPECIES; VARIACIONES QUE ESPERIMENTAN EN SU COMPOSICION.

Entre las cuestiones que se refieren particularmente á las aguas minerales; hay una que nos parece que presenta cierto interés, aunque sea mas bien del dominio de la geologia que de la química propiamente dicha: queremos hablar de la causa mas probable de su formacion. Esta formacion ó mineralizacion de las aguas, tiene lugar siempre por *via de solucion directa* ó *indirecta*, á favor de la accion disolvente sola del agua ó por medio de algunos principios particulares, así como tambien de influencias estrañas. Unas veces el agua viene de las profundidades de la tierra cargada de porcion de elementos engendrados, ó por potencias volcánicas, ó por otras; siendo muchos los hidrólogos que opinan que siempre sucede así, entre ellos M. Blondeau de Rhodes; otras los toma al paso al atravesar las capas terrestres; y otras,

(1) Landerer; *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1850, t. XVIII, p. 417.

por último, el agua de las lluvias y nieblas arrastrando diversas sustancias de la superficie del globo, las lleva consigo á mayor profundidad para volver á aparecer despues en forma de manantiales modificadas ó sin modificar.

No ofrece, pues, duda el que muchas aguas minerales han disuelto en las profundidades del globo materias formadas casi totalmente por la accion de los volcanes ó por el calor central; llegando despues á nosotros con solo una parte de estas materias, mientras que abandonado en su trayecto el resto, viene á constituir diversas capas ó verdaderos travertinos; pero esta accion sucesiva, nunca es mas que el resultado de una solucion de sustancias primitivas por el agua; otras veces tambien no se puede negar que el agua toma visiblemente de las mismas capas terrestres elementos mineralizadores que se reconocen en estas. Asi es que las aguas que brotan de los terrenos *calizos*, *yesosos* y *salíferos* presentan en su composicion *carbonatos térreos*, *sulfatos calizos*, *cloruros de sodio*, *de magnesio*, *etc.*, á los cuales suelen agregarse otros elementos mas raros que se ven á su lado, tales son: *carbonatos y sulfatos de estronciana*, *sulfatos de sosa y de magnesia*, *azoatos*, *yoduros y bromuros alcalinos*, *etc.*

Definitivamente todos están conformes en admitir una causa casi uniforme de formacion de las aguas minerales, es á saber: la resultante de la accion disolvente del agua sobre ciertas sustancias en via de formarse ó ya enteramente formadas en el terreno y á muy diversas profundidades: accion que es favorecida ya por agentes particulares, como una fuerte elevacion de temperatura ó una poderosa presion, ya por la presencia de ciertos otros, tales como los ácidos carbónico, silícico, sulfídrico, bórico, etc. Parece que los ácidos se producen principalmente en las reacciones subterráneas volcánicas, y á veces tambien pueden encontrarse en depósitos ó nidos, y en estado de corrientes en los bancos ulleros, bituminosos, etc. La presencia de ciertas piritas dá orígen, aun á nuestra vista, á diversas reacciones y á la formacion de muchas sustancias, que se hallan despues en las aguas; y por último, algunas materias orgánicas en descomposicion, reaccionando sobre diversos sulfatos ó sobre compuestos ferruginosos, podrán originar á nuestra vista productos secundarios que permitirán tambien esplicar su existencia en ciertas aguas minerales.

Hay por consiguiente muchos casos en que es fácil esplicar la formacion de las aguas, y en los que conociendo los elementos del terreno que atraviesan, se puede preveer su naturaleza química. Asi es que la geologia y la mineralogia, que deben servir aquí de guias; están ligadas con el estudio de las aguas minerales muy intimamente. En otros casos, cuando los terrenos no presentan en su composicion las mismas materias que se reconocen en las aguas que los atraviesan, es mas difícil esplicar la formacion de las aguas minerales, teniendo que contentarnos con suposiciones mas ó menos admisibles. Sentado esto; pasemos ahora revista á las diferentes especies de aguas minerales, bajo el punto de vista de las causas probables de su formacion, y espongamos nuestras opiniones sobre el particular.

Ejemplos de formacion. — Aguas salinas propiamente dichas.

En estas aguas mineralizadas casi completamente por sustancias neutras, y que no contienen sensiblemente ácidos libres, se cuentan, por ejemplo, las aguas *cloruradas* ó *saladas*, las *sulfatadas*, ya *calizas*, ya *sódicas* y *magnesianas*, las *aluminosas*, *nitratadas*, *boratadas*, *yoduradas* y *bromuradas*.

Las aguas *cloruradas* tienen por base principal el *cloruro de sodio*, acompañado frecuentemente de los *de potasio*, *calcio y magnesio*, como tambien

de sulfatos, de las mismas bases. Unas veces provienen de la infiltracion de las aguas del mar, otras de la lixiviacion de las minas de sal gemma, en donde se encuentran todas estas sustancias salinas. *Los yoduros y los bromuros alcalinos* tienen un origen análogo, porque siempre se los vé mas ó menos distintamente, ya en las aguas del mar, ya en diversos ejemplares de sal gemma. (1)

Indicaremos ademas la presencia del yodo y el bromo en el agua procedente de una sonda practicada en un terreno ullero de Zwickau en Sajonia (2), cuyo hecho coincide muy bien con el descubrimiento del yodo en muchos ejemplares de ulla, por ejemplo, en Commentry (Bussy); (3)

Rara vez tienen otro origen pues que no se citan, á lo menos hasta el dia, criaderos de *yoduro* y de *bromuro de sódio y de potasio*: no pudiéndose hacer mencion mas que de la roca dolomitica de Saxon en Valais que contenga *yoduros y bromuros de calcio y de magnesio* y que lixiviándola produce el agua *bromo-yodurada* de Saxon (4): á lo que debemos añadir que no todas las aguas contienen á la vez bromo y yodo. Las hay que solo encierran uno de estos dos metaloides, como sucede en la del Mar Muerto que segun las análisis mas modernas es rica en bromo y no contiene yodo. (5) Un hecho semejante se observa en las aguas de las salinas de la Suabia. (6)

Si los sulfatos de sosa y de magnesia acompañan á los cloruros de que acabamos de hablar ya en la sal gemma, ya en las aguas del mar, tambien se encuentran asociados unas veces con el yeso, con el sulfato de sosa y el de cal, el de magnesia y el de sosa, el de magnesia y el de cal: ó bien en criaderos distintos: por último, algunas veces los esquistos piritosos magnesianos dan origen mediante la descomposicion de las piritas, á la formacion de ácido sulfúrico que se combina en seguida con la magnesia y con la alúmina como sucede en el agua purgante llamada *agua verde de Montmirail* en el departamento de Vaucluse. (7) M. C. G. Gmelin (8) esplica la formacion del sulfato de magnesia que se encuentra en ciertas aguas minerales de la Suabia, suponiendo que la doble descomposicion del carbonato de magnesia y sulfato de cal que contiene la caliza antigua de este punto, produce el sulfato de magnesia.

M. Mohr (9) hace tambien mencion de la formacion del sulfato de magnesia en las minas de ulla inflamadas espontáneamente.

Respecto del agua del mar que es el tipo perfecto de un *agua salina clorurado sódica*, las esperiencias de M. Forchammer (10) tienden á demostrar que el fondo en que descansa esta agua tiene una notable influencia sobre su composicion; asi es que cuando este fondo es una marga arcillosa compuesta de silicato de alúmina y de carbonato de cal, el agua está mas cargada de cal y empobrecida de magnesia; cuando por el contrario el fondo está

(1) Serullas; *Journal de pharm.*, 2.ª série, 1828, t. XVI, p. 522.—O. Henry; *Id.* 3.ª série, 1848, t. XIV p. 245.

(2) *Annales des mines*, 4.ª série, 1847, t. II, p. 593.

(3) *Id. id.* 3.ª série, 1840, t. XVII, p. 560.

(4) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1854-55, t. XX, p. 888.—*Journal de pharm. et de chim.* 3.ª série, 1856, t. XXX, p. 172.

(5) Ch. Gmelin; *Journal de pharmacie et de chim.*, 2.ª série. 1827, t. XIII, p. 295.—*Annales des mines*, 4.ª série, 1827, t. I, p. 258.—Gay-Lussac; *Id. id.*, 1a. série, 1820, t. V, p. 214.—O. Henry, padre, y Boutron; *Journal de pharm. et de chim.* 3.ª série, 1852, t. XXI, p. 161.—Ivanoff; *Annales des mines de Russie*, 1840, p. 256.—*Annales des mines*, 4.ª série, 1845, t. III, p. 725.—Boussingault; *Comptes rendues de l'Academie des sciences*, 1856, t. XLII, p. 1258.

(6) Fehling; *Journal für prackt. chemie*, t. XLV, p. 269.—*Annales des mines*, 4a. série, 1849, t. XV, p. 41.

(7) O. Henry, padre; *Journal de pharmacie et de chimie*. 3.ª série, 1846, t. IX, p. 100-203.

(8) *Annales des mines*. 2a. série, 1829, t. V, p. 286.

(9) *Annalen der chemie und pharmacie*, vol. XXXV, cuad. 2, p. 239.—*Journal de chimie et. de pharmacie*, 2.ª série, 1840, t. XXVII, p. 92.

(10) *Journal de pharm. et de chim.* 3.ª série, 1847. t. XII, p. 475.

formado de conchas, de creta ó de arena cuarzosa, la proporcion de magnesia no sufre modificacion alguna.

Todas estas diferentes especies de aguas minerales resultan definitivamente de la lixiviacion natural de las rocas que contienen los sulfatos primitivos ó estos formados secundariamente. En cuanto á *las aguas selenitosas* comunes á la inmediacion de los terrenos yesosos especialmente en París y sus alrededores, en Montmartre, Belleville, Menilmontant etc, se producen al atravesar el agua por las capas de los terrenos de esta naturaleza.

Los nitratos que con mucha frecuencia las acompañan sin constituir aguas especiales parecen proceder de formaciones secundarias por la accion del aire sobre materias porosas, calizas ó por reacciones de sustancias orgánicas. La análisis del agua del Sena tomada en su trayecto es tanto mas rica en nitrato cuanto mas adelante de la ciudad se tome en donde el rio ha recibido una gran masa de inmundicias y de materias estrañas. (1) En el capítulo que trata de las aguas potables volveremos á hablar detalladamente de la presencia de los nitratos en las aguas de rio y de su utilidad.

Entre *las aguas boratadas* muy raras y limitadas á algunos puntos del globo (lagonis de la Toscana, lagos del Tibet, de la China etc.) no son tampoco mas que el producto de lixiviacion de algunos boratos naturales ó del ácido bórico arrastrado por chorros de vapor acuoso mezclado con otras diversas materias ó procedente tambien muchas veces de micas descompuestas. Las investigaciones recientes de MM. Filhol y Bouis (2) han ilustrado este punto de la ciencia dando á conocer á la vez la presencia del ácido bórico en ciertas aguas minerales, por ej. en Vichy y en las aguas sulfurosas de los Pirineos (Olette, entre otras) y el modo de formarse este ácido.

Lo mismo sucede con *las aguas silicatadas*. Segun las esperiencias de M. Damour (3) está reconocido en el dia que el agua destilada á la temperatura de la ebulicion disuelve una cantidad notable de ácido silícico y de silicatos naturales. MM. Fournet (4) y Ebelmen (5) han demostrado además que esta accion disolvente del agua aumenta sobremanera por la presencia de ciertos gases con especialidad el carbónico y han demostrado patentemente que el agua acidulada así descompone aun en frio bajo la presion ordinaria algunos silicatos naturales dando origen á sílice y á bicarbonatos que el agua arrastra consigo, opinion que ya habia emitido uno de nosotros en una memoria sobre las aguas de Vichy. (6)

Las investigaciones de M. Damour y de M. Descloizeaux (7) han versado principalmente sobre las aguas silicíferas de los *geygers* de Islandia, examinadas anteriormente por M. Kersten (8), el cual no habia hallado en ellas el menor indicio de ácido bórico, las de Fournet se han hecho sobre los sílices gelatinosos de Ceysat y de Randanne (Puy de Dome) y segun este autor no es posible esplicar la solubilidad del sílice en sus álcalis y sus carbonatos sino por un estado isomérico. Añadiremos por último que M. Jeffreys (9) habia emprendido tambien numerosas esperiencias con objeto de demostrar la accion que el vapor de agua ejerce sobre los silicatos y M. Doveri de

(1) Bontron y O. Henry, padre; *Analyse des eaux de la Seine et des eaux de la ville de Paris*. Paris, 1848, en 8.°

(2) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1850, t. XXX, p. 735.—1852, t, XXXV, p. 37.—1853, t. XXXVI, p. 229 y 527.

(3) *Id. id.* 1847, t. XXIV, p. 182.—*Annales des mines*, 4.ª série, 1849, t. XV, p. 59.

(4) *Comptes rendues de l'Acad. des scienc.* 1844, t. XVIII, p. 405-1050.—*Annales des mines*, 3a. série, 1853, t. III, p. 491.

(5) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1845, t. XX, p. 1415.—1848, t. XXVI, p. 58.—*Annales des mines*, 4a. série, 1845, t. VII, p. 3.—5a. série, 1853, t. IV, p. 188.

(6) O. Henry, padre; *Journ. de pharm. et de chim.*, 2a. série, 1848, t. XIII, p. 5.

(7) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, 1847, t. XIX, p. 444.

(8) *Journal de Schweiger Seidel*, 1832.—*Annales des mines*, 3.ª série, 1853, t. III, p. 491.

(9) *Bibliothéque de Genéve*, t; *XXIX*, p. 417.—*Annales des mines*, 3a. série, 1841, t. *XIX*, p. 474.

Florencia (1) habia demostrado tambien en un escelente trabajo la influencia del agua y de los ácidos débiles en la disolucion del sílice.

En cuanto á los silicatos alcalinos se encuentran en algunas rocas de naturaleza granítica, feldspática; y en algunos micasquistos, de los que puede el agua aislarlos tambien por su accion disolvente. Unicamente no se conocen lechos de *bicarbonato de sosa*, ni aun en estado de *carbonato* á no ser los de *sesquicarbonato* que se ven en las aguas de algunos lagos del Ejipto y del Thibet. Sin embargo y á pesar de esta circunstancia, ¿cuantas aguas minerales presentan como elemento capital el *bicarbonato sódico*? ¿Cuantas aguas *bicarbonatas alcalinas y calizas* no se encuentran en Francia en los departamentos del Allier, de l' Ardeche, en Auvernia, en la cuenca del Loira y en diferentes puntos de la Alsacia? ¿No se vé tambien una infinidad de otras semejantes en el estrangero, como en Bohemia, Hungria y el Piamonte? Y con todo en estos puntos hidrológicos se conoce ni un solo criadero de carbonato de sosa? Casi todos ofrecen únicamente terrenos volcánicos, y en ellos tambien es donde segun muchos geólogos y químicos se forman estas aguas bicarbonatadas alcalinas. Es sin embargo constante que las aguas no siempre se mineralizan en los terrenos de donde brotan, y que pueden venir de focos mas lejanos. ¿Y como esplicar, respecto de las aguas que nos ocupan, si nacen de producciones volcánicas, la razon de que predominen en ellas las sales de base de sosa sobre las de potasa que sin embargo son mas comunes en los productos volcánicos?

Podria ser debida á la accion del ácido carbónico sobre algunos silicatos de sosa la produccion de los bicarbonatos que se reconocen siempre en muchas de estas aguas, en donde los acompañan silicatos de las mismas bases. Conocidos son los efectos que produce respecto de algunas como las de Plombieres, de Sail, de Evaux, etc., la presencia de los carbonatos que en ellas demuestra la análisis no parece preexistir no siendo sino la consecuencia de la accion del ácido carbónico del aire sobre algunos silicatos primitivos. (2) Solo que es preciso confesar tambien aquí que los silicatos sódicos son bastante menos comunes que los de potasa, y que por lo mismo en las aguas de que hablamos formadas de este modo deberia predominar el bicarbonato, lo que no sucede. Se sabe que en el interior del globo, por ej. en los terrenos ulleros existen nidos ó depósitos de ácido carbónico, que con frecuencia ejerce presiones considerables como la que se observa en un pozo de agua salada de Kissingen, en Baviera cuya agua salta á la altura de 30 metros sobre el terreno bajo una presion de ácido carbónico valuada en 30 atmósferas. (3)

Reflexionando en la dificultad que ofrece la esplicacion de los hechos atendidas estas objeciones, no seria igualmente racional, á lo menos en muchos casos, referir la formacion posible de las aguas bicarbonatadas alcalinas á la opinion de Berthollet (4) que atribuye la produccion del carbonato de sosa de los lagos del alto Ejipto á la accion recíproca del carbonato de cal sobre el cloruro de sódio y bajo la influencia de las masas de la primera de estas sales? Admitiendo una formacion bajo principios análogos, tal vez se esplicaria la concomitancia que constantemente demuestran las análisis de las aguas bicarbonatadas sódicas, del bicarbonato de cal y de los cloruros de sódio y de cálcio.

He aquí una esperiencia que hemos repetido muchas veces y que viene

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, 1847, t. XXI, p. 44.
(2) O. Henry y Lheritier; *Hydrologie de Plombieres, Journal de pharm. et de chim.*, 3.ª série, 1855, t. *XXVIII*, p. 353-408.—O. Henry; *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1839-40, t. V, p. 233.—1843-44, t. IX, p. 656.—1844-45, t. X, 655. 1850-51. t. XVI, p. 675.
(3) *Gazette medicale.—Journal de pharmacie*, 3.ª série, 1850, t. XXV, p. 128.
(4) *Annales de chimie*. 1800, t. XXXIII, p. 345.

en apoyo de nuestra última opinion: hemos puesto en contacto *cloruro de sódio puro* con *carbonato de cal* finamente pulverizado en agua cargada de *ácido carbónico*. Despues de un contacto prolongado y de agitarlo repetidas veces, el líquido filtrado ejercia reaccion muy alcalina en el papel reactivo: se le mezcló con un esceso de magnesia cáustica para determinar la separacion del bicarbonato calizo que habia quedado disuelto y se filtró de nuevo. Evaporado el producto casi hasta sequedad y tratado el resíduo por el alcool hirviendo se ha disuelto marcadamente una cantidad de cloruro de cálcio al lado del cloruro sódico que no habia esperimentado modificacion alguna: y añadiendo á la parte no disuelta ácido acético, ha producido una viva efervescencia resultando acetato de sosa procedente del carbonato ó bicarbonato alcalino que se habia formado. Esta esperiencia repetida cuatro veces no nos ha dejado la menor duda de que habia tenido efecto la doble reaccion qne habia originado simultáneamente *bicarbonato de sosa* y *cloruro de cálcio* bajo la influencia del ácido carbónico, del carbonato de cal y del cloruro de sódio. Hallámonos pues dispuestos á creer que tiene un fondo de probabilidad y que el origen de muchas sales de sosa en las aguas minerales está ligado con la existencia del cloruro de sódio tan esparcido en la naturaleza ya en estado de disolucion, ya sólido.

Por último no dejaremos pasar en silencio los escelentes resultados del profesor de Senarmont (1) que bajo la influencia del calor y la presion ha podido formar artificialmente muchas especies minerales de las que se han reconocido en las aguas.

En resúmen, si estas suposiciones pueden ser mas ó menos admisibles, no tenemos otra pretension mas que la de hacer que se acepten como simples hipótesis y como probabilidades mas ó menos razonables.

Aguas alcalinas propiamente dichas.

Bajo esta denominacion creemos deber comprender las aguas que realmente se manifiestan alcalinas con los papeles reactivos y que no contienen sensiblemente ácido carbónico. Son las aguas que hemos llamado *silicatadas* y que comprenden particularmente las de Evaux (Creuse) (2), la mayor parte de los manantiales de Plombieres (Vosgos) (3), las de Sail-lez-Chateaumorand (4), y de Montegut-Secla (Alto-Garona) (5). Por la análisis no se descubren en ellas carbonatos, ó si acaso en cortísima cantidad, á no ser que se hayan evaporado al aire libre por que entonces se forman estas sales secundariamente. Surgen generalmente de terrenos graníticos de los que toman al menos en gran parte los silicatos alcalinos que las mineralizan y qué arrastran por solucion. Estas aguas están poco cargadas de principios salinos, y si algunas de estas sales, como se ve en Plombieres, son estrañas á las rocas graníticas ó sieníticas, puede creerse que provienen de causas remotas bajo cuya influencia están ya las aguas cargadas de estos principios.

Se ve tambien aqui un modo de formacion de las aguas análogo á los anteriores, es decir una verdadera solucion de las rocas ó de los terrenos por medio del agua.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1850, t. XXX, p. 129.—*Journal de pharmacie*, 3.ª série, 1850, t. XVII, p. 365.

(2) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1840, t. V, p. 255.—1845-44, t. IX, p. 656.—*Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1844, t. VI, p. 124.

(3) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1854-55, t. XX, p. 5 y 1248.—*Journal de pharmacie*, 3.ª série, 1855, t. XXVIII, p. 333 y 408.

(4) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1844-45, t. X, p. 655.—1850-51, t. XVI, p. 675.

(5) Id ; *Id. id.* 1849-50, t. XV, p. 941.

Puede citarse como un hecho singular la presencia de materias orgánicas en las aguas de este género. Es cierto que se ha reconocido su existencia manifiesta en el agua de algunos manantiales de Plombieres (1), que salen de terrenos graníticos. A la verdad la mayor parte de las rocas se hallan desagregadas y diseminadas en la tierra vejetal; ¿no será, pues, en la superficie del terreno, como ha observado juiciosamente M. Baudrimont, donde el agua se cargará de humus ó de productos derivados de él, penetrando en seguida en la tierra, cargada así de principios orgánicos?

Aguas acídulas bicarbonatadas calizas ó alcalinas y aguas acídulas.

Las aguas que pueden hacerse acídulas por los ácidos *sulfuroso*, *sulfúrico*, *clorídrico* ó *bórico*, son bastante raras en la naturaleza, se producen casi siempre á la inmediacion de los volcanes, y por otra parte no se cita mas que un corto número de ellas. Sucede, sin embargo, que muchas aguas sulfurosas desprenden en el punto de su nacimiento cantidades de ácido sulfídrico, que por la accion del aire, y tambien bajo la influencia de las bases, se transforma en ácido sulfúrico, como se ha reconocido en Aix en Saboya (2), en Aix la Chapelle (3), en Enghien (4), en Pierrefonds (5), etc. Pero estos son productos accidentales en cierto modo, que no pueden constituir verdaderas aguas acídulas.

En cuanto á las llamadas *acídulas bicarbonatadas*, que están muy esparcidas en el globo, se presentan unas veces frias, otras dotadas de una termalidad algo elevada: y se encuentran en muchos terrenos de orígen volcánico ó ulleros, carboníferos y algunas veces aun de naturaleza puramente granítica.

Frecuentemente las mineraliza el bicarbonato de cal asociado con el de magnesia, ó bien el bicarbonato de sosa con los de potasa y litina (estas últimas aguas se llaman algunas veces *alcalinas gaseosas*); por último, y por lo comun, estos diversos bicarbonatos están todos reunidos. Cuando las aguas tienen una temperatura bastante elevada, quizá será posible no tener mas que *sesquicarbonatos alcalinos*. Las causas mas probables de la formacion de las aguas bicarbonatadas calizas, pueden interpretarse de diversas maneras. En primer lugar, el agua cargada de ácido carbónico, del que existen algunas veces, como hemos dicho antes, cierta especie de nidos en algunos terrenos ulleros, y que se produce en los de naturaleza volcánica en actividad, encuentra carbonatos calizos y dolomíticos, los ataca fácilmente, los hace solubles y produce bien pronto soluciones *bicarbonatadas calizas y magnesianas*. Estas sales quedan unidas con otras, disueltas al mismo tiempo por el agua ó arrastradas por ella.

Tratando ahora de las *aguas acídulas bicarbonatadas, sódicas ó potásicas*, se hacen mas difíciles las esplicaciones, y pueden multiplicarse las suposiciones.

¿No es necesario plantear primero la cuestion hasta el dia imperfectamente resuelta; donde está el origen de las sales de sosa tan comunes en las aguas minerales, y siempre mucho mas abundantes que las de potasa? El cloruro de sodio, el sulfato de sosa, el fosfato y el mismo borato existen en muchos puntos: las minas de sal gemma contienen siempre sulfatos de sosa y de cal y aun indicios de fosfato: igualmente se hallan criaderos de sulfato de sosa y de cal, y rocas yesosas en que aparece tambien el cloruro de sodio

(1) O. Henry y L'heritier; *Hidrologie de Plombieres*. Paris, 1835, foll. en 8.°
(2) Bonjean; *Analyse de l'eau sulfureuse d'Aix en Savoie*. Chambery, 1838, foll. en 8.°, p. 111.
(3) Reumont y Monheim; *Analyse des eaux sulfureuses d'Aix-la-Chapelle*. Aix, 1810, en 8.°
(4) O. Henry, padre; *Journal de pharm. et de chim.*, 3a. série, 1854, t. XXV, p. 165-168.
(5) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1845-46, t. XI, p. 958.

y el sulfato sódico: por último, ¿las aguas del mar no ofrecen una gran mina en que existen estas diferentes sales? Solo los boratos son muy raros en las aguas, y no se encuentran mas que en algunos terrenos aislados.

Aguas ferruginosas.

Las aguas minerales en que el hierro es el elemento especial son muy comunes en la naturaleza, pues que se encuentran en cierto modo á cada paso; forman, no obstante, diferentes especies segun el estado de combinacion del elemento ferruginoso. Así que, segun que se halle disuelto por el ácido carbónico, por el sulfúrico ó por el compuesto orgánico, que se ha designado con el nombre de ácido crénico, tendremos aguas *bicarbonatadas*, *sulfatadas* ó *crenatadas ferrosas*, cuya formacion puede interpretarse de diversas maneras.

Respecto de las primeras puede admitirse que son debidas al ácido carbónico libre que ha podido obrar sobre compuestos de hierro espático bastante comunes en la naturaleza, del mismo modo que respecto de los bicarbonatos calizos, ó bien se dirá que son debidas á la reaccion de las aguas acídulas, bicarbonatadas, calizas ó sódicas sobre soluciones de protosulfato de hierro: pero deberá añadirse, sin embargo, que muchas de estas aguas no presentan por lo comun mas que vestigios leves de sulfatos de cal ó de sosa, y que no deberia ser así segun este último modo de ver.

Las aguas sulfatadas ofrecen mas probabilidad en cuanto á la esplicacion de su formacion, que puede referirse á la descomposicion de ciertas piritas ó de esquistos piritosos algunas veces magnesianos. En Cransac, por ejemplo, en medio del dia se ven verificarse producciones de este género (1), en que estas transformaciones se producen al aire libre y á vista de todos; porque entonces los esquistos se queman produciendo á la vez sulfatos de alúmina, de hierro, de manganeso y aun de amoniaco que se encuentra en las aguas minerales ferruginosas de este pais. En Passy (2), en Áuteuil (3) en donde las aguas son muy ricas en sulfatos de alúmina y de hierro, es muy probable que sean debidas tambien á la descomposicion de semejantes esquistos.

Las aguas sulfatadas ferruginosas en presencia de las materias orgánicas esperimentan una descomposicion con formacion de sulfuro de hierro, descomposicion análoga á la de los demás sulfatos (de cal, de estronciana, de sosa, etc.) Este hecho le ha demostrado M. O. Henry en las aguas de Passy y Vauquelin en las de Bourbon (4).

Por una descomposicion del mismo género ha podido esplicarse la presencia de la pirita de hierro que indica M. Longchamps (5) en el agua mineral de Chaudes-Aigues. Este depósito que estaba formado de pirita de hierro en el centro con una capa de sesquióxido del mismo metal en la superficie, no se formaba sino en la cuenca interior, y no procedia de ninguna porcion de roca arrastrada. Longchamps no esplicaba su presencia; únicamente admitia que la capa de óxido formado era debida á la reduccion del sulfuro, así como lo esplica en determinadas circunstancias M. Brongniart. (6)

(1) O. Henry y Poumarede; *Analyse des eaux de Cransac*. Paris, 1840, foll. en 8.° —*Journal de pharm.*, 2.ª série, 1840, t. XXVI, p. 532.—O. Henry, *Journal de pharmacie et de chim.* 3.ª série, 1850, t. XVII, p. 161.—1851, t. XX, p. 537.
(2) O. Henry; *Journ. de pharm.*, 2a. série, 1827, t. XIII, p. 208.—1832, t. XVIII, p. 409.
(3) *Id. id.*, 3a. série, 1851, t. XX, p. 23—*Bulletin de l'Academie de medecine*, 1850-51, t. XVI, p. 872.
(4) Vauquelin; *Journal de pharmacie*, 2a. série, 1827, t. XIII, p. 265.
(5) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1826, t. XXXII, p. 294.
(6) Brongniart; *Traité de mineralogie*, t. II, p. 154.

Réstanos esplicar la formacion de las aguas *crenatadas*. Es un hecho muy constante, que en todas las aguas ferruginosas se reconoce al lado del elemento ferruginoso la existencia de una materia orgánica, que parece hallarse empeñada en una fuerte combinacion: además, si en una solucion de productos sacados del humus se echa otra de una sal de hierro, se vé al punto aparecer un precipitado amarillento mas ó menos pronunciado: en muchas de las aguas citadas antes, existe la materia orgánica en muy débil proporcion; pero hay otras como las de Forges en Normandia (1), de Saint Denis junto á Blois (2), de Plombieres (fuente Bourdeille) (3), del lago de Villiers en el departamento del Doubs (4) y de Pierrefonds (Oise) (5), las cuales presentan el hierro unido en gran cantidad á esta sustancia, formando un compuesto soluble en estado de protóxido, y principalmente á favor del ácido carbónico, que se separa, despues que se sobreoxida el metal, en copos rojos, parduscos é insolubles. Casi siempre se hallan turbas piritosas á las inmediaciones de los manantiales ferro-crenatados; allí es donde se encuentran los elementos á propósito para constituir las aguas que nos ocupan.

MM. Girardin y Morin en su análisis de las de Forges en Normandia (6), admiten que esta agua se forma por la infiltracion de las aguas llovedizas al través de las turbas piritosas y las arenas ferruginosas que componen el terreno superficial del pais de Bray. A propósito, podemos hablar de un hecho indicado por M. Daubrée (7) relativamente al hierro limoso de ciertos pantanos (*hierro pantanoso*), en donde la materia orgánica parece desempeñar un papel importante, reduciendo el óxido férrico al estado de protóxido, y formando entonces con él compuestos solubles que trasportados á terrenos calizos, distantes las mas veces, se trasforman secundariamente en *carbonato de hierro*. Fácilmente se puede venir en conocimiento del oficio reductor que hacen ciertas materias orgánicas procedentes del humus y del mantillo, y comprender la formacion de las aguas que designamos con el nombre de aguas *ferruginosas crenatadas*.

Con ocasion de las *aguas ferruginosas crenatadas*, podemos añadir algunas observaciones sugeridas por M. Francois, ingeniero de minas.

La formacion de estas aguas tiene bastante analogia con la de algunas aguas sulfuradas (las *sulfurosas frias calizas*), pues mientras estas últimas son el resultado de la reduccion de los sulfatos á sulfuros, sobre todo los de cal, por la influencia de materias orgánicas, las otras son producidas igualmente por una reduccion de compuestos férricos que tambien por la accion de las materias orgánicas se vuelven *protosales* solubles (*protocrenato ferroso*) principalmente en presencia del ácido carbónico. Se encuentran con frecuencia estas dos clases de agua muy próximas unas á otras, las primeras á mayor profundidad y las aguas *ferro-crenatadas* son casi superficiales, todas en terrenos de turba ó pantanosos. Se cree que estas últimas se forman especialmente por la presencia de ciertos vegetales (los equisetos, los carex etc.) cuyas raices tienden á absorver los principios ferruginosos contenidos en la tierra húmeda y que uniéndose despues con la materia vegetal orgánica se hacen solubles en agua: entonces especialmente contienen ácido carbónico libre, despues por la accion del aire el metal pasa al estado de sesquióxido y da un depósito ocráceo en que dominan el *crenato* y *aprocrenato de sesquióxido de hierro insolubles*. Es muy raro no hallar vestigios de mate-

(1) O. Henry; *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1854-55, t. X, p. 985.
(2) *Id. id.* 1850-51, t. XVI, p. 1186.—*Journal de pharmacie*, 3.ª série, 1851, t. XX, p, 161.
(3) O. Henry y Lheritier; *Hydrologie de Plombieres*.
(4) O. Henry; *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1851-52, t. XVII, p. 349.
(5) *Id. id.* 1856-57, t. XXII, p. 422.
(6) *Journal de pharmacie*, 3.ª série, 1857, t. XXIII, p. 209.
(7) *Annales des mines*, 4.ª série, 1846, t. X, p. 37.

ria orgánica en todos los depositos ferruginosos, y esto puede esplicarse porque esta materia que desempeña aqui el papel de ácido parece muy apropósito para combinarse con el hierro siempre que esté en presencia de compuestos del mismo metal; dando origen entonces á productos solubles, si el metal se halla en estado de *protóxido*, é insolubles cuando pasa á una *oxidacion mas adelantada*.

La presencia simultánea de la sílice y del hierro en algunas aguas minerales, ya habia hecho creer á Humphry Davy (1) que el hierro puede hallarse retenido en estado de protóxido combinado con la sílice y que el aire disuelto en el agua transforma en seguida el óxido ferroso en óxido férrico. Esta opinion se emitió á consecuencia del examen del depósito de las aguas de Lucca y despues la combatió M. Berthier (2) fundándose en el hecho de que no se conoce *silicato de protóxido de hierro* y que la reaccion se verifica simplemente del modo siguiente: el hierro está en estado de *carbonato de protóxido;* el ácido carbónico se desprende y se forma *sesquióxido de hierro* que se deposita al mismo tiempo que la sílice que tenia en disolucion el ácido carbónico. Ambas sustancias no se depositan simultáneamente como sucederia si estuviesen combinadas. Se observa en efecto que en las primeras pilas se deposita el peróxido de hierro, mientras que la sílice, privada completamente de hierro, solo lo verifica á mayor distancia del caño de la fuente. Los tubérculos de Mont-Dore (3) son un ejemplo notable de ello.

Aguas sulfurosas

Vamos á ocuparnos ahora de una clase muy importante de aguas minerales: queremos hablar de las aguas sulfurosas empleadas con tanta utilidad como agente terapéutico hace siglos y esparcidas en muchos paises principalmente en Francia, en que se hallan diseminadas en muchos puntos de su suelo, las cuales forman numerosos grupos de los que los mas importantes brotan de la cadena de los Pirineos.

Las ideas antiguas sobre la naturaleza de las aguas sulfurosas estaban lejos de ser muy exactas y si se consultan las obras de los quimicos del último siglo nos admiraremos de hallar ciertos hechos completamente en desacuerdo con nuestras ideas actuales. Asi Venel (4) creia que sus propiedades eran debidas á la presencia del aire superabundante.

En esta época dominaba todavia la idea del flogisto y á él referian algunos autores el olor de las aguas sulfurosas; al menos es la opinion que emitió Macquer (5) en su informe á la Academia de ciencias, sobre el agua de Eughien que acababa de descubrir el padre Cotte.

Desde entonces se sabe perfectamente que las aguas sulfurosas estan caracterizadas por la presencia del ácido sulfídrico (*hidrógeno sulfurado, ácido hidrosulfúrico*) que se halla algunas veces libre unicamente, ó combinado con bases ú óxidos metálicos, ó bien á la vez en parte libre y en parte combinado.

Estudiando estas aguas en particular, daremos los caracteres propios de cada una de ellas; aquí no tenemos mas que indicar las causas mas probables de la formacion de las de que ahora nos ocupamos. La existencia de las aguas sulfurosas en diferentes parajes del globo ha dado lugar á hipótesis mas ó menos ingeniosas y mas ó menos plausibles.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1821, t. XIX, p. 194.
(2) *Annales des mines*. 1a. série, 1825, t. VIII, p. 356.
(3) *Id. id.* 1a. série, 1822, t. VII, p. 206.
(4) *Memoires de savants etrangers*, t. II.
(5) *Memoires de l'Academie des sciences de Paris*. 1766, p. 38.

La presencia del azufre y de los productos sulfurosos en los volcanes, y tambien la de productos análogos á la inmediacion de ciertos terrenos piritosos en descomposicion, ha hecho referir frecuentemente la mineralizacion de estas aguas sulfurosas á estos incidentes. Así, fundándose en muchos fenómenos observados en el compuesto de hierro, de azufre y de agua, designado con el nombre de *volcan de Lemery*, muchos químicos han creido ver una imagen de la formacion de las aguas de que hablamos, pero la falta casi completa de compuestos ferruginosos, ha debido hacer desechar este modo de interpretar los hechos.

Meyer (1) habia dado una esplicacion bastante ingeniosa de la presencia del *espíritu sulfuroso* en las aguas sulfurosas; para él, durante la precipitacion del azufre por los ácidos una parte de este azufre es descompuesta y convertida en espíritu sulfuroso volatil. Este espíritu volátil arrastrando una porcion del azufre, es el que deposita cristales de él, como ha podido observarse por ej. en Aix-la-Chapelle.

Otros autores han creido que estas aguas se forman enteramente por la union de sus elementos; pero como ha podido observarse facilmente, á escepcion de los lugares volcanizados en que estos elementos se hallan al lado de circunstancias favorables, de altas temperaturas y de materias en fusion bajo grandes presiones; no se ven verificarse semejantes acciones en la generalidad de casos: porque con mucha frecuencia las aguas sulfurosas surjen de terrenos secundarios ó terciarios que no tienen ninguna termalidad, ó bien con la misma frecuencia salen, aunque á temperaturas bastante elevadas, de terrenos graníticos primordiales, en los que no se reconoce ninguno de los elementos sulfurosos primitivos que deberian existir en la suposicion antes citada.

La limitacion casi esclusiva de la formacion de las aguas sulfurosas á los terrenos volcanizados no puede admitirse por lo tanto y ha debido conducir á otras suposiciones. Algunos químicos por ejemplo han dicho que el ácido sulfídrico podia originarse por la descomposicion de los *sulfuros de boro, de silicio, de aluminio*, bajo la influencia del vapor de agua y producir entonces á la vez ácido silícico y bórico que se ven en algunas aguas sulfurosas. Así tenemos la esplicacion de la accion que el ácido sulfídrico ha podido ejercer ulteriormente sobre ciertas rocas silicatadas para dar orígen á sulfuros, pero segun esta opinion emitida por el profesor M. Fremy (2) hay esceso de silice; ¿porque habrá pues generalmente silicatos neutros en vez de sales ácidas?

Será preferible hacer esta esplicacion ya segun MM. Bunsen y Descloizeaux (3), ya segun M. Charles Sainte-Claire Deville (4), refiriéndola á las fumarolas de los volcanes: es decir que el vapor de agua en presencia del azufre y de las rocas piroxénicas y basálticas le trasformaria en *ácido sulfuroso* primero y en *hierro sulfurado*, y despues en *ácido sulfídrico* y en *hidrógeno*. El ácido sulfuroso en presencia del ácido citado antes, origina los abundantes depósitos que existen en las solfataras y cuando aparece el ácido sulfídrico y obra por sí solo produce sulfuros con las bases de los terrenos que toca. Al mismo tiempo aparece tambien el ácido carbónico que da orígen á carbonatos. Pero estas ingeniosas y sabias esplicaciones no tienen aplicacion sino respeto de los puntos inmediatos á los volcanes, y no es en ellos

(1) Fr. Meyer; *Essais de chimie sur la chaux vive, la matière elastique et electrique, le feu et l'acide universel*, traduit par le Drenx. Paris, 1766.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, 1853, t. XXXVIII, p. 312.—*Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1853, t. *XXII*, p. 241.—*Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1853, t. XXXVI, p. 180.

(3) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1846, t. XXIII, p. 934.—*Annales des mines*, 5a. série 1847, t. XIX, p. 444.—Bunsen; *Annalen de physik und chemie*. 1851, p. 254.

(4) *Comptes rendues de l'Acad. des scienc.* 1852, t. XXXV, p. 261 y siguientes.

precisamente donde se encuentre el mayor número de aguas sulfurosas: además por este modo de ver no se esplica facilmente á la vez la presencia de las materias orgánicas que existen en estas aguas, y sobre todo la naturaleza del *sulfuro de base de sosa* en vez del *de potasa* que debiera mineralizarlas, al lado de la especie de silicato de base potásica (ortosa) que constituyen las rocas de donde brotan.

Despues de estas suposiciones presentaremos tambien la nuestra (1) aceptada ya por algunos químicos y entre ellos M. Filhol que hace mencion de ella en su escelente tratado sobre las aguas de los Pirineos (2); pero antes de esponer nuestro modo de ver acerca del particular, nos detendremos algun tanto sobre las aguas sulfurosas ó por mejor decir *sulfuradas* frias que nacen de los terrenos de transicion secundarios y terciarios. Estas aguas son muy comunes en la superficie del globo y casi siempre con ligeras escepciones tienen por elementos mineralizadores los sulfuros de calcio y de magnesio al lado de los carbonatos de las mismas bases y de los ácidos carbónico y sulfídrico libres. Su modo de formacion se halla muy generalmente recibido en el dia, atribuyéndole á la desoxigenacion de los sulfatos calizo, magnesiano y sódico, por ciertas materias orgánicas hidrocarbonadas muy reductrices y á la produccion simultánea de *sulfuros* y de *carbonatos*, de *ácido sulfídrico* y de *ácido carbónico*. Esta formacion que por primera vez sospechó Levieillard (3) y despues Deyeux (4), Brongniart (5) y Chevreul (6) con motivo del agua de Enghien fué admitida despues por un gran número de químicos respecto de este agua al principio y despues de otras muchas análogas. M. O. Henry, padre, Longchamps (7), Fremy, padre (8) y Rivet (9) habian reconocido todos la existencia del *sulfuro*, pero el primero de estos autores fué el que en 1857 (10) y en 1854 (11) volvió á tratar la cuestion haciendo numerosos ensayos ya directos, ya indirectos con motivo de la accion reductriz de las materias orgánicas sobre ciertos sulfatos y reconoció que la mayor parte se trasforman en sulfuros en un espacio de tiempo mayor ó menor; halló tambien que ejemplares de yeso natural tomados en diversas localidades (Montmartre, Saint-Chaumont, Belleville, Montmorency, Angulema etc,) puestos en contacto con agua y resguardándolos del aire se convertian con bastante prontitud en sulfuros á favor de las materias orgánicas intercaladas con estas sustancias minerales, mientras que cuando se habian destruido por el calor las materias orgánicas, como en el yeso calcinado no se producia la sulfuracion. Esperiencias análogas hechas por Vogel y (12) Doboereiner (13) confirmaron la accion reductriz de que acabamos de hablar: la presencia de terrenos de turba y pantanosos cerca de ciertas fuentes minerales en Enghien, Pierrefonds, Euzet, etc. hizo presumir muy fundadamente que la sulfuracion de estas aguas estaba unida á las causas dichas anteriormente y que las opiniones de MM. Brogniart y Chevreul eran muy admisibles: despues en otras localidades se han visto producirse fenómenos semejantes. Así al abrir algunos

(1) O. Henry; *Quelques reflexions au sujet de la formation des eaux sulfureuses naturelles—Journal de pharm. et de chim.* 3.ª série, 1842. t. II, p. 27.
(2) Filhol; *Eaux minerales des Pyrenées*. Paris, 1853, en 12, p. 453 y siguientes.
(3) Leveillard; *Analyse de l'eau de la fontaine de Montmorency*. Paris, 1771.
(4) *Journal de physique*. 1774, t. III, p. 257.
(5) *Dictionnaire des sciences naturelles*. 1819, t. XIV, p. 23.
(6) *Comptes rendues de l'Accademie des sciences*. 1846, t. XXIII, p. 885.—1853, t. *XXXVI*, p. 553.
(7) Longchamps; *Analyse de l'eau d'Enghien*. Paris, 1826, foll. en 8.°
(8) *Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1825, t. XI, p. 61.
(9) *Revue medicale*, t. V, p. 389.
(10) O. Henry, padre; *Journal de pharmacie et de chimie*, 2.ª série, 1823, t. IX, p. 482.—1824, t. X, p. 48.—1825, t. XI, p. 85.—1826, t. XII, p. 541-564.—1827, t. *XIII*, p. 495.—1828, t. *XIV*, p. 77.
(11) Id.; *Id. id.* 2.ª série. 1837, t. *XXIII*, p. 425.—3.ª série, 1854, t. XXV, p. 105-168.
(12) *Annales des mines*, 3a. série, 1852. t. I, p. 77.—*Journal de pharmacie*, 2.ª série. 1815, t. I, p. 269.
(13) *Journal de pharmacie*, 2a. serie, 1829, t. *XV*, p. 64.

pozos artesianos en Saint-Ouen, Saint-Denis y Pantin, se observó que las aguas obtenidas al horadar la caliza lacustre estaban mas ó menos sulfuradas por el ácido sulfídrico; y Hericart de Thury (1) refiere un hecho semejante que sucedió en Gazarino, cerca de Conegliano (gobierno de Trieste) en que se verificó un considerable desprendimiento de gas sulfídrico cuando se estaba abriendo un pozo. Por último, cerca de Bagneres-de-Bigorre se reconoció que una fuente sulfatada (la de Pinac) se volvia sulfurosa á voluntad segun que se le hacia ó no atravesar por un banco de turba: en Bilazai (Deux Sevres) el fenómeno era de los mas notables; el agua sulfatada caliza al llegar á un lavadero público en que se hallaba en contacto con jabon y ciertas materias orgánicas se descomponia y se sulfuraba rápidamente (2). Esta clase de sulfuracion que M. Fontan (3) llama *accidental* se verifica sin cesar á nuestra vista en las aguas de los charcos, de los arroyos, etc. en que el sulfuro terreo ó alcalino formado reacciona á su vez sobre compuestos ferruginosos y da orígen á sulfuro de hierro negro que mancha visiblemente las losas y las piedras de las cloacas, etc. Tambien se ve verificarse este fenómeno en algunas aguas conservadas en botellas, aunque pasageramente, por la presencia de alguna paja ó del menor vestigio de materia orgánica.

Este modo de produccion sulfurosa tan frecuente, no ofrece duda en la actualidad; y el origen de un gran número de *aguas sulfurosas, calizas, magnesianas* y aun algunas veces *sódicas frias* con auxilio de estas *causas secundarias*, se halla generalmente aceptado en el dia por la mayor parte de los geólogos,

En un viaje que hace algunos años emprendió M. Fontan á Bélgica, Prúsia, Alemania y Savoya, (4) volvió á reproducir estas ideas emitidas antes de él y las aplicó á muchas aguas sulfurosas de diversas localidades, designando estas últimas por la denominacion de *aguas accidentales* y reservando la de *aguas naturales* para las aguas sulfurosas de la cadena de los Pirineos que manan de los terrenos graníticos. Esta distincion aunque ingeniosa no se ha aceptado sin embargo por todos los hidrólogos porque la existencia secular de algunas de las primeras fuentes no puede prestarse á la designacion de accidentales que parecen designar mas bien el resultado de una causa efímera. De cualquier modo que sea, la formacion de ciertas aguas sulfurosas frias que salen de terrenos de transicion, muy numerosas, como las de Enghien, de Pierrefonds, de Schisnach, de Euset, de Challes en Savoya, de Labassere, de Gazort, de Cauvalat y de otro gran número de ellas parece bien esplicada por la reduccion de ciertos sulfatos por medio de las materias orgánicas bajo la influencia del agua. (5) Creemos deber admitirla sin vacilar, y añadiremos que en casos muy raros algunas aguas dulces de naturaleza yesosa pueden descomponerse en un terreno de sedimento y dar entonces azufre puro, como M. Tournal (6) lo ha demostrado en un agua situada en Malvizy, cerca de Narbona. MM. Ebelmen y Elie de Beaumont (7) admiten tambien la formacion de un gran número de sulfuros metálicos por causas análogas y por la reaccion de las aguas sulfidratadas sobre ciertas soluciones

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2a. série. 1833, t. LIII, p. 208.
(2) O. Henry, padre; *Journal de pharmacie et de chimie*, 2a. série. 1827, t. XIII, p. 493.—*Annales des mines* 2a. série, 1828, t. III, p. 202.
(3) Fontan; *Recherches sur les eaux minerales des Pyrenées*, tésis para el doctorado en medicina. Paris 1838, en 4.°—*Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1837, t. IV, p. 855.—1837, t. V, p. 212.—1838, t. VI, p. 677.—1840, t. X, p. 755-807.—1842, t. XIV, p. 692.
(4) *Annales de chimie et de physique*, 2a. série, 1840, t. *LXXIV*, p. 225.—*Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1840, t. X, p. 755-807.
(5) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1841-42, t. VII, p. 743.—1845-46, t. XI, p. 939. 1852-53, t. XVIII, p. 399-404.—1853-54, t. XIX, p. 990.—*Journal de pharmacie et de chimie*, 3a. série, 1842, t. II, p. 489.—*Revue des eaux minerales sep. y oct.* 1842.
(6) *Jour. de pharm.*, 2a. série, 1828, t. XIV, p. 500.—*Annales des mines*, 2a. série, 1829, t. V, p. 283.
(7) *Bulletin de la Societé de geologie*. 1847, p. 1270.

metálicas. En cuanto á la produccion simultánea de los carbonatos y del ácido carbónico libre al lado de los sulfuros mencionados, es bastante considerable; el ácido sulfídrico se elimina frecuentemente en parte ó casi en totalidad, como se ve en Allevard, cuya agua debe considerarse como una agua *sulfídrica simple*. Añadiremos que se sabe desde hace tiempo que si los ácidos carbónico y sulfídrico se desalojan recíprocamente de sus combinaciones salinas, el último no obstante tiene una energia en este sentido mucho menos considerable. (1)

Espuestos estos hechos, llegamos á las aguas sulfurosas termales, que, como las de los Pirineos, manan de terrenos primitivos, y sobre cuya formacion nos estenderemos ahora. En el dia está reconocido que estas aguas están generalmente mineralizadas por el sulfuro de sodio; pero se han emitido muchas opiniones con este motivo, y todos los autores están muy lejos de hallarse conformes entre sí. Longchamps (2) admitia la sosa en estado cáustico, pero esta opinion cayó rápidamente en descrédito. Anglada (3) creia que una porcion del álcali estaba combinada con el ácido sulfídrico en estado de *monosulfuro de sodio* y otra con ácido carbónico. Fontan (4) consideraba por una parte la sosa combinada con ácido silícico, y por otra el ácido sulfídrico en estado de *sulfidrato de sulfuro*, y fundaba esta última opinion en que la mitad del ácido sulfídrico se desprende por la ebulicion. Por último, Aubergier (5) adoptó las ideas de Anglada: «si fuese de otro modo, dice, las aguas de los Pirineos no podrian descomponerse al aire sin precipitar azufre.» Segun él, es debido el desprendimiento del hidrógeno sulfurado á la accion del ácido silícico sobre el sulfuro alcalino.

Hemos referido antes detalladamente las esplicaciones dadas por diversos geólogos, esplicaciones que se refieren á la presencia de los volcanes, la que, sin embargo, no se nota en los terrenos de los Pirineos, y cuya composicion no esplica la naturaleza sódica de los sulfuros bases de estas aguas. En consecuencia hemos presentado muchas suposiciones que pueden hasta cierto punto esplicar la mayor parte de los hechos observados: y como de este modo de ver parece participar, respecto de las aguas de los Pirineos, un hábil químico hidrólogo M. Filhol de Tolosa, creemos poderla reproducir en este lugar.

Despues de haber generalizado las causas primitivas de la sulfuracion, hemos sentado como principio que la naturaleza debe proceder habitualmente por medios sencillos, uniformes y generales; y hemos creido deber hacer entrar la formacion de las aguas *sulfuradas sódicas termales* en un órden de ideas análogo al que hemos establecido respecto de las aguas *sulfuradas cálcicas, magnesianas etc* ; pero antes de desenvolver mas este punto, creemos que conviene decir algunas palabras de una clase de aguas sulfurosas designadas con el nombre de *aguas degeneradas*. Si las materias orgánicas tienen la propiedad con su presencia de descomponer los sulfatos y de reducirlos al estado de sulfuros, debemos dar por sentado que en diversas circunstancias se produce una reaccion inversa que convierte los sulfuros en sulfatos y sulfitos. Este efecto que se verifica en Aix, en Saboya, se ob-

(1) O. Henry, padre; *Action de l'acide carbonique sur les sulfures et de l'acide sulphydrique sur les carbonates.—Journal de pharm. et de chim.* 2.ª série, 1825, t. XI, p. 521. – *Annales des mines*, 1a. série, t. XII, p 195.—*Journal de chimie medicale;* 1a. série, 1825, t. I, p. 257.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 2a, série, 1821, t. XIX, p. 188.

(3) *Journal de pharmacie*. 2a. série, 1828, t. XIV, p. 77-78. *Annales de chimie et de physique*, 2a. serie, 1821, t. XVIII, p. 125.

(4) *Journal de pharmacie*, 2a. série. 1838, t. *XXIV*, p. 559.—*Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1844, t. *XXI*, p. 379.

(5) *Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1842, t. XXVIII, p. 398. – *Annales des mines*, 3a. série, 1841, t. XIX, p. 496.

servó primeramente por Fantoni (1) á mediados del siglo XVIII, y posteriormente en 1828 por Francoeur (2) que reconoció la formacion del ácido sulfúrico: Dupasquier y de la Planche (3) en 1834 reconocieron en Allevard y en Aix, y por último en 1838 Bonjean (4) en Aix, que las aguas de la fuente de alumbre dan precipitado blanco y negro con las sales de plomo. Fourcroy (5) y Vauquelin (6) habian indicado la presencia del ácido vitriólico en las aguas de Enghien, y Attumonelli (7) habia observado que en las aguas de Pisciarelli y de Agnano, inmediatas á Nápoles, desprenden las *solfataras* ácido sulfuroso que se trasforma en sulfúrico y se combina con el hierro, la alúmina y las calizas. Dupasquier que habia visto el mismo fenómeno en Allevard, admitia que este ácido sulfúrico provenia no solo del ácido sulfuroso á que dan orígen los terrenos volcanizados, sino tambien de una descomposicion del ácido sulfídrico. M. Fontan (8) en Bagneres-de-Luchon observó tambien un hecho semejante.

Segun M. Dumas (9) que ha estudiado muy bien esta cuestion en los mismos sitios, esta trasformacion se verifica en presencia de un cuerpo poroso, por ej. el lienzo y bajo la influencia de una temperatura medianamente elevada. Esta temperatura debe ser por lo menos de 50.° y el fenómeno es todavia mas sensible de 80 á 90.° La humedad es tambien necesaria para que se verifique esta reaccion y en las condiciones que acabamos de mencionar, M. Dumas ha visto formarse el ácido sulfúrico en Aix en menos de veinte horas. Del mismo modo se esplica en ciertas aguas salinas ricas en sulfatos, la presencia de estas sales por la de una pequeña cantidad de hidrógeno sulfurado, por ej. en Plombieres; asi para algunos autores las aguas de esta clase provienen todas de otras primitivamente sulfurosas. Esta opinion se refiere tambien á la existencia de la glairina principalmente en las aguas de Aix en Saboya. Asi Anglada (10) habia atribuido este hecho á la accion destructora que ejerce continuamente sobre el principio sulfuroso el oxígeno del aire que queda en disolucion en el agua, y para él toda agua en que se encuentre glairina, ó una materia vegeto-animal análoga, es de orígen primitivamente sulfuroso.

Segun el mismo autor, la presencia del sulfato de cal que se halla en los lagoni de la Toscana, se esplica con mucha facilidad. El ácido bórico sale de los suffioni mezclado con hidrógeno sulfurado: este último por su esposicion al aire, pasa al estado de ácido sulfúrico que descompone secundariamente algun carbonato de cal y deja en descubierto el ácido carbónico que reemplaza.

Despues de esta ojeada, podemos continuar ocupándonos de la formacion de las aguas sulfuradas sódicas. Todas las aguas sulfurosas de los Pirineos, lo mismo que las llamadas degeneradas, es decir, que han perdido su caracter sulfuroso, salen de terrenos primitivos de naturaleza granítica. Muchos químicos creen que estas aguas están mineralizadas por estos terrenos, pero las materias que los contituyen no se prestan siempre facilmente á concebir semejantes transformaciones: hay tambien en esta hipótesis motivos que po-

(1) Fantoni (J.); *Comentaria de quibusdam aquis medicatis*, etc. Taurino, 1747, en 8.°, *Cap. de aquis augustanis*

(2) *Annales des mines*. 2a. série, 1829, t. V, p. 284.—*Journal de pharmacie*, 2a. serie, 1828, t. *XVI*, p. 540.

(3) Dupasquier; *Histoire de l'eau minerale sulphureuse d'Allevard*. Paris-Lyon, 1840, en 8°.

(4) Bonjean; *Analyse chimique des eaux minerales d'Aix-en-Savoie*. Chambery, 1838, p. 95.

(5) Fourcroy y Delaporte; *Analyse des eaux d'Enghien*. Paris, 1788, en 8.°, p. 65-305.

(6) *Journal de pharmacie*, 2.° série, 1825, t. XI, p. 124.

(7) Attumonelli; *Sur les eaux de Naples*. Paris, 1804, foll. en 8.°, p. 32-118.

(8) *Annales de chimie et de physique*, 2.° série, 1840, t. LXXIV, p. 225.

(9) *Comptes rendues de l'Accademie des sciences*. 1846, t. XXIII, p. 774.—*Annales de chimie et de physique*, 3a, série, 1846, t. XVIII, p. 502.

(10) *Annales de chimie et de physique*, 2.° série, 1821, t. XVIII, p. 115.—1822, t. XX, p. 246.

drian hacerla poco probable. Los granitos, las sienitas, los feldspatos que forman la base de estos terrenos, contienen como es sabido rocas de base de potasa y muy rara vez de base de sosa y algunos vestigios de sales calizas, ¿por qué pues, esta falta completa de sales potásicas, si las aguas resultan de su accion disolvente sobre los productos de las rocas feldspáticas de los que es uno de los primeros principios elementales la potasa?

Admitiendo ahora que las aguas sulfurosas de los Pirineos se mineralizan en terrenos de otro órden, por ej. en los de transicion, ó mejor aun en los terrenos secundarios intercalados, veamos si pueden hallarse esplicaciones mas plausibles. «El terreno primitivo, el de transicion y el terreno secundario, entran en la constitucion geognóstica de la cadena de los Pirineos. El primero es el menos abundante, comprende el granito que mezclado con el gneiss, se halla en casi toda la superficie de la cadena y generalmente á alguna distancia de la cumbre. El terreno de transicion que es el mas considerable, está inferior á él; contiene el esquisto arcilloso y la grauvaca esquistosa y caliza. Por último, el terreno secundario muy abundante tambien en algunas partes de la cadena, contiene á la vez ulla, sal gemma, grés rojo, grés ulleros etc. En la reunion de materias que constituyen los terrenos secundarios y de transicion, se observa en medio de los bancos de ulla *sal gemma*, acompañada siempre de *sulfato de sosa*. Nos parece que de aqui nacen en cierto modo las *aguas alcalinas sulfidratadas* de los Pirineos. La presencia de *yoduro de sódio* en un gran número de ejemplares de sal gemma, (1) y la del *yodo* en las aguas sulfuradas sódicas es tambien un hecho que viene á corroborar nuestro modo de ver.

¿No es probable que á grandes profundidades y bajo las influencias particulares del calor y de la electricidad, el sulfato de sosa se trasforme facilmente por las partes hidrocarbonadas de la ulla en *sulfuro de sódio* y en *carbonato de sosa* y aun tambien en una pequeña cantidad de *silicato* de la misma base cuya existencia se ha reconocido en estas aguas? En efecto, por la análisis de estas últimas, se reconocen en todas sin escepcion, los ingredientes que se refieren á la formacion que admitimos. Asi al lado del sulfuro de sódio, se encuentra el carbonato y el silicato de la misma base, el sulfato de sosa, el cloruro de sodio etc. y además algunos vestigios de sulfato y de carbonatos calizos arrastrados de los mismos terrenos por la accion del agua. Esta última, mineralizada asi, sale á la superficie de la tierra atravesando los terrenos graníticos que forman sobre todo la parte superior de la cadena, y segun los trayectos mas ó menos directos y largos que ha recorrido y la naturaleza de las aguas estrañas que han podido mezclarse con ella, ó la accion de las corrientes de aire subterráneas, se modificará, presentará temperaturas diversas y diferencias en la proporcion de los ingredientes, pero siempre la presencia de cada uno de ellos.

En esta hipótesis la formacion de las aguas termales sulfurosas de los Pirineos, seria debida á una causa uniforme para todas, y tendria lugar en un pequeño número de focos mineralizadores comunes, de los que emanarian. La concomitancia del sulfato, carbonato, silicato de sosa, cloruro y sulfuro de sódio, confirma la opinion que admitimos sobre la produccion simultánea del carbonato, silicato y sulfuros sódicos por la accion de las materias hidrocarbonadas sobre el sulfato alcalino primitivo.

»En un trabajo publicado por MM. O. Henry y Boullay, (2) dice M. Fil-

(1) O. Henry; *Journ. de pharm.*, 2a. série, 1837, t. XXIII, p. 110.—3a. série, 1848, t. XIV, p. 245.

(2) *Premiére lettre de M. Boullay á M. O. Henry sur les sources minerales des Pyrenées.* (*Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1839, t. XXV, p. 639).—Boullay y O. Henry; *Memoire sur l'etat de combinaison du soufre daus les eaux des Pyrenées*, seguido de una *Analyse de l'eau de Barzun.* (*Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1843, t. III, p. 261).—Boullay y O. Henry; *Nouvelles observations sur l'etat du soufre dans les eaux sulphureuses des Pyrenées.* (*Journal de pharmacie et de chim.*, 3.ª série, 1847, t. XI, p. 177.)

hol, han adoptado estos químicos como causa principal de la mineralizacion de las aguas sulfurosas de los Pirineos, la reduccion de los sulfatos por las materias orgánicas, y en diversas memorias que he publicado sobre las aguas minerales de los Pirineos, me he adherido á la opinion de M. O. Henry, haciendo valer en apoyo de esta teoria nuevos argumentos que referiré brevemente.

»1.° Todas las aguas sulfurosas de los Pirineos, tienen en disolucion una materia orgánica.

»2.° Las aguas mas sulfurosas de la cadena están sensiblemente desprovistas de sulfatos, y cuando hay en una misma localidad muchas fuentes, la menos sulfurosa, es la mas rica en sulfatos, sin que por esto contenga mas *hiposulfitos ó carbonatos* que las demás: lo cual parece indicar que los sulfatos no provienen mas que de la descomposicion del sulfuro.

»3.° Si se hace hervir un agua sulfurosa hasta el momento en que quede completamente privada de sulfuro, se guarda en una botella bien tapada y se conserva por algunos meses, se vuelve fuertemente sulfurosa. Este fenómeno, he tenido ocasion de observarle la primera vez sobre el resíduo de la evaporacion de 50 litros de agua de la Reina, reducidos á 1 litro y conservados por espacio de un año. Despues, le he demostrado en el agua de la fuente Baudot (Eaux-Chaudes.) Habiendo tenido por dos años el agua de esta fuente bien tapada, he hallado que al cabo de este tiempo era tan sulfurosa como en el caño. Así la materia orgánica habia regenerado á la larga el sulfuro de sódio destruido en los primeros momentos por el oxígeno del aire. Antes hemos visto que el agua de diversas fuentes de Eaux-Chaudes, no contiene sulfuro, poco despues de haberla guardado en botellas. Bordeu (1), Lemonier (2) y Anglada (3) habian observado antes que yo, hechos análogos.

»4.° Las aguas termales simples que se encuentran con frecuencia á la inmediacion de las sulfurosas y cuya temperatura es algunas veces muy elevada, contienen sulfatos y parecen desprovistas de materias orgánicas. Faltando la condicion necesaria para la produccion del sulfuro, no puede tener lugar esta.

«Por último la teoria emitida por M. O. Henry, permite esplicar por qué en las aguas sulfurosas de los Pirineos se encuentra el *monosulfuro de sódio*, y no el *ácido sulfídrico* ó el *sulfidrato de sulfuro*. Así sin pretender que las aguas sulfurosas y termales tengan un solo modo de formarse; creo fundado el considerar que el que acaba de indicarse es uno de los que deben verificarse mas generalmente respecto de las aguas que no nacen á la inmediacion de los volcanes.»

Muchos de estos pasages extractados de la obra de M. Filhol sobre las aguas de los Pirineos, se habian tomado de un trabajo publicado por uno de nosotros sobre el agua de Enghien en 1837. (4)

De las variaciones que esperimentan en su composicion las aguas minerales.

Despues de haber examinado varias teorias que sucesivamente se han propuesto para esplicar la formacion probable de las aguas minerales y la causa de la presencia de tal ó cual principio mineralizador que se encuentra en ellas, creemos deber abordar una cuestion sobre la cual se ha fijado

(1) Bordeu; *Lettres contenant des essais sur l'histoire du Bearn.* Amsterdam, 1746, p. 197.
(2) *Memoires de l'Academie royale des sciences de Paris.* 1747-1749.
(3) Anglada; *Seconde memoire sur les eaux sulfureuses des Pyrenées. (Journal de pharmacie,* 2.ª série, 1828, t. XIV, p. 67.
(4) *Journal de pharmacie,* 2.ª série, 1837, t. XXIII, p. 425.—Filhol; *Eaux minerales des Pyrenées' loc. cit.*, p. 455.

ya la atencion de los observadores: nos referimos á las variaciones que pueden presentar bajo el punto de vista de su naturaleza química.

Las aguas minerales, y aun las aguas potables, tienen todas una composicion idéntica en todo tiempo, ó esperimentan cambios en esta composicion? Si se recuerda el modo con que parecen formarse estas aguas; que toman sus elementos de focos subterráneos en fusion en los que se originan; que los disuelven al pasar al traves de las capas terrestres donde existian ya enteramente formados, ya engendrados por modificaciones secundarias; es imposible suponer que las causas é influencias agentes no esperimenten algunas modificaciones en distintos tiempos. Debe desde luego inferirse que las aguas mineralizadas así no pueden presentar composiciones siempre semejantes, solo que en *casi todos los casos*, las variaciones son bastante leves y se refieren mas bien á las proporciones de los principios mineralizadores que no á la *desaparicion* de tales ó cuales de ellos.

Hay ciertas aguas conocidas que en épocas mas ó menos remotas han dado por la análisis poco mas ó menos los mismos resultados: otras por el contrario los han dado bien diferentes.

Puede haber muchas razones para esplicar estas variaciones, segun vamos á examinar aquí. Diremos, antes de todo que á estas causas deben atribuirse las diferencias que presentan con frecuencia las mismas aguas en sus análisis, aunque estas últimas se hayan hecho por personas muy hábiles, si se han ejecutado en épocas ó estaciones diversas.

1.° Como primera causa de variacion debemos mencionar la mezcla de las aguas minerales con aguas estrañas, procediendo estas últimas con mas frecuencia del derretimiento de las nieves y de los manantiales mas ó menos abundantes, alimentados por las aguas de lluvia; otras veces la mezcla puede tener lugar á varias profundidades influyendo entonces mas ó menos sobre la temperatura del agua mineral al mismo tiempo que sobre la proporcion de los elementos mineralizadores. En Baigneres de Louchon, se ha visto, dice M. Filhol, que los manantiales aumentan considerablemente de volúmen en el momento del gran derretimiento de las nieves sin que su temperatura baje sensiblemente, lo que puede indicar una mezcla efectuada casi en la superficie del terreno. La condicion de las estaciones determina una influencia positiva que vá unida inmediatamente á la anterior, pues que está reconocido que en el verano no se verifican estas mezclas mas que accidentalmente á consecuencia de fuertes lluvias de tempestades, y entonces tambien las fuentes tienen en esta época una actividad mas marcada.

Efectos análogos de variaciones se han manifestado tambien en el agua del Mar Muerto, como lo demuestran los trabajos de Macquer, Sage y Lavoisier (1) Pallas, Erdmann, Marcet (2); los de Gay-Lussac (3), Rose (4) y despues los de MM. Tiedmann y Gmelin (5), O. Henry y Boutron-Charlard (6) y por último los de M. Boussingault. (7)

Este agua tomada en varias estaciones ha dado productos muy diferentes en proporcion, porque por otra parte no se ha tomado á la misma profundidad ni en los mismos puntos. Cuando el Jordan, por ejemplo, muy hinchado en algunas épocas, vierte sus aguas en él, la densidad diferente de ambos líquidos impide su mezcla completa; y entonces el agua de la superfi-

(1) *Memoires de l'Academie des sciences de Paris.* 1778.
(2) *Dictionnaire des sciences naturelles.* 1819, t. XIV, p. 89.
(3) *Annales des mines,* 1a série, 1820. t. V, p. 214.—*Annales de chimie et de physique,* 2.ª série, 1819. t. XII, p. 295.
(4) *Annales des mines,* 3.ª série, 1836, t. IX, p. 469.
(5) *Annales de chimie et de physique,* 2a. série. 1827, t. XXXV, p. 102.
(6) *Journal de pharmacie et de chimie,* 3.ª série. 1852, t. *XXI,* p. 161.
(7) *Comptes rendues de l'Acad. des scienc.* 1856, t. XLII, p. 1258.

cie no es igual á la de abajo. M. Boussingault se esplica así con este motivo:

«La análisis, dice, parece, pues, establecer que el agua del mar Muerto no tiene la misma composicion en todas las épocas del año, y que las sustancias salinas que tiene en disolucion varían, no solo respecto de la cantidad, lo que esplica la mayor ó menor afluencia de las aguas dulces, sino tambien en su misma naturaleza. Por otra parte, ¿podria afirmarse en el dia que el Occéano no esperimenta cambios del mismo género?

»¿Es cierto que estas aguas conservan todo el año la misma naturaleza en alta mar y cerca de las costas, en las regiones polares como en la zona ecuatorial, en la superficie como á una gran profundidad? Estas cuestiones solo podrán resolverse cuando la química, saliendo del laboratorio, intervenga mas que hasta ahora lo ha hecho, en el estudio de la física del globo?»

2.° La procedencia de los manantiales es de suma importancia, porque las aguas se alteran tanto menos cuanto que manan de un granito mas compacto y profundo, mientras que están fácilmente dispuestas á sufrir alteraciones cuando vienen de terrenos hojosos, esquistosos y de fácil desagregacion (1).

3.° La temperatura produciendo una variacion notable en la densidad del agua, puede hacerla abandonar algunos principios; de lo que tenemos ejemplos bien patentes en las aguas de los rios y de ciertos lagos (2), como tambien en las del mar Muerto y del mar Caspio, que en tiempo frio forman depósitos de sales de sosa, porque entonces abundan mas en cloruro de sodio y sulfato de magnesia, al paso que no sucede así en los fuertes calores del estío.

La sulfuracion de los manantiales tambien varía algunas veces, siendo tanto mayor, segun M. Lambron, cuanto mas diste del surtidor la masa granítica de donde proceden. Estas variaciones, no solo son apreciables al cabo de muchos años, sino tambien de una estacion á otra, y aun hay ejemplos de ser notables en el espacio de algunas horas. Recordaremos que al analizar Berzelius las aguas de Steinbach en Toeplitz solo halló algunos indicios de sales, siendo así que treinta años antes habian sido colocadas por Ambrozi (3) entre las aguas salinas mejor caracterizadas. M. Blondeau de Rhodez (4), analizando las aguas de Cauterets, treinta años despues que Longchamps, encontró la mayor conformidad en los resultados relativos, al paso que una diferencia en las proporciones, que eran mucho menores,

Podríamos multiplicar los ejemplos de esta naturaleza, debiendo añadir á los que llevamos aducidos, que á veces tambien se ve cambiar completamente la naturaleza de las aguas: así es que se citan aguas sulfurosas en cierta época del año y ferruginosas en otra; ó como las de Pyrmont, que, segun M. Struve, las hay *alcalinas* y *yesosas* en los meses calurosos, perdiendo estas cualidades durante el invierno. Es probable que en estos dos casos los manantiales estén alimentados por corrientes distintas, cuyo nivel no sea el mismo. Por último, se citan fuentes intermitentes en las que la presencia ó la falta de un gas hace aparecer ó desaparecer por períodos mas ó menos largos el manantial.

4.° Hállanse tambien ciertos travertinos, formados por las mismas aguas, que no presentan igual naturaleza; lo que puede probar, que las aguas que les han dado orígen no siempre han tenido idéntica composicion; solo que estas diferencias se refieren á épocas muy distantes entre sí.

(1) Lambron; *Etudes analytiques et comparatives sur la thermalité et la sulphuration de 178 sources de la chaine des Pyrinées* (*Bulletin de l'Academie de medecine*, 1851-1852, t. XVII, p. 1143).
(2) *Records of general science.* (*Journ. de pharm.*, 2.ª série, 1836, t. *XXII*, p. 334).
(3) Lefort; *Analyse de l'eau de Celestins á Vichy.* (*Journ. de pharm.*, 3.ª série, 1849, t. XV, p. 14).
(4) *Journal de pharmacie*, 3.ª série, 1852, t. XXII, p. 265.

Raulin (1) en 1777, hablando de las aguas de Medague, dice: que deponen una *concrecion lapídea*; y en la nueva análisis que practicó M. Perrot (2) en 1840, no se habla nada de hallarse en ellas materia caliza. En el interesante trabajo de M. Girardin de Rouen (3) sobre los travertinos que produce el Tiretaine en Saint-Allyre en un arrabal de Clermont-Ferrand, observa que el nuevo travertino no tiene la misma composicion que el formado hace muchos siglos. En efecto, este abunda mucho mas en sílice y en carbonato de cal, al paso que es mas pobre en peróxido de hierro que aquel. El mismo autor, estendiendo sus consideraciones á los depósitos abandonados por las aguas de San Nectario, ha demostrado igualmente que las de Mont-Dore, de Vichy y otras habian variado tambien bajo este punto de vista. Variaciones análogas se han observado en los pozos artesianos, como lo demuestran los resultados obtenidos sucesivamente por MM. Payen (4), Boutron-Charlard y O. Henry (5) y Peligot (6), los cuales vienen á corroborar lo que dejamos dicho arriba. No terminaremos esta reseña sin mencionar una memoria publicada sobre las aguas de Vichy por M. E. Baudrimont (7), en la que este químico ha hecho ver, mediante una série de análisis practicadas al pié de los mismos manantiales, que las aguas no solo varían á largos intervalos, sino tambien á veces durante el dia. Hé aquí las deducciones que ha sacado: *Debe haber y hay seguramente una gran movilidad en la composicion de las aguas minerales, tal vez no en la naturaleza de sus principios mineralizadores, pero sí en su proporcion en épocas algo distantes.* Semejantes observaciones ha hecho M. Chevallier.

5.° Añadiremos, por último, que las variaciones en la composicion de las aguas minerales son tambien muy sensibles durante las tempestades, habiéndose observado en algunos establecimientos termales que las aguas salian cenagosas, depositaban materias salinas en mayor copia que de ordinario, y disminuian de volúmen ó desaparecian momentáneamente ó por mas ó menos tiempo. Es, pues, evidente que ciertas condiciones meteorológicas ó eléctricas son causas que deben agregarse á las que determinan las variaciones mas ó menos sensibles que presentan las aguas minerales en su composicion química.

CAPITULO CUARTO.

DE LOS DEPÓSITOS Y CIENOS QUE DEJAN LAS AGUAS MINERALES: FORMACION DE LOS TRAVERTINOS.

Acabamos de recorrer la historia de las sustancias que contienen en disolucion las aguas minerales, y las causas que nos parecen mas probables para esplicar su formacion: vamos ahora á tratar de los depósitos que abandonan en los estanques ó pilas de recepcion y en las regueras de desagüe, los cuales se recojen con frecuencia para emplearlos en ciertas localidades como medios terapéuticos.

Estos depósitos, ó bien son semisólidos y revisten el fondo y las paredes de los estanques, constituyendo los *barros ó cienos minerales*, ó bien son

(1) Raulin; *Paralelle des eaux minerales d'Allemagne et de France.* Paris, 1777, en 12.° p. 253.
(2) *Journal de chimie medicale*, 2.° série, 1840, t. VI, p. 272.
(3) Girardin; *Analyse chimique des eaux minerales de Saint-Allyre à Clermont-Ferrand et du travertin qu'elles deposent.* Rouen, 1836, en 8.°—*Journal de chimie medicale*, 2.° série, 1837, t. III, p. 271.
(4) *Annales de chimie et de physique*, 3a. série, 1841, t. I, p. 381.
(5) Boutron et O. Henry; *Analyse des eaux qui alimentent Paris.* (Memoria premiada por la Academia de ciencias). Paris, 1848, en 8.°, p. 41.
(6) *Comptes rendues de l'Academie des sciences.* 1857, t. XLIV, p. 193.
(7) *Annales de la societé d'hidrológie medicale*, 1856, t. II, p. 246 y siguientes.

sólidos y forman los *travertinos*, muchos de los cuales gozan de una reputacion universal.

Los cienos deben su formacion á dos causas muy distintas; porque unas veces ciertos óxidos, como los de calcio, magnesio, hierro ó manganeso, disueltos en estado de bicarbonatos, pierden un equivalente de su ácido carbónico, pasando al estado de compuestos insolubles (carbonatos neutros), y otras el contacto prolongado del agua mineral abundante en álcalis, obrando sobre el terreno que atraviesa, los desagrega, y quedan en suspension en el líquido ciertos compuestos que constituyen una especie de papilla, un verdadero *cieno*.

Los depósitos ferruginosos de un gran número de aguas acídulas carbonatadas ferro-calizas, se originan de este modo, como se observa en muchas localidades.

En otras, el agua del manantial y aun la de lluvia en contacto con un suelo vejeto-silíceo, como la toba de las Landas, se apodera de la materia vejetal que encierra, y por una série de fermentaciones continuadas, no tarda en tomar un aspecto resinoso. Esta materia vejetal, formada en gran parte de albúmina, es la que, segun M. Fauré (1), no tarda en colorear el agua y comunicarle propiedades muy deletéreas: tambien la materia orgánica, abundante muchas veces en estos depósitos, es la que dá orígen á la cantidad de azoe que encierran, y cuya existencia se ha comprobado á su vez en el lodo del Nilo (Lajonchere, Payen y Poinsot).

En los cienos se encuentra igualmente con frecuencia una gran cantidad de confervas, que mezcladas con ciertos compuestos minerales, no tardan en esperimentar en el fondo del agua una especie de eremacausia ó combustion lenta, y pueden por consiguiente suministrar productos dotados de cierta energía terapéutica.

Las sustancias que con mas frecuencia se encuentran en los cienos, son el sílice, la alúmina, algunos cloruros, carbonatos terreos, hierro muchas veces, manganeso, y por último, azufre y arsénico.

M. Poggiale, en una interesante memoria sobre las aguas de Viterbo, cita un ejemplo notable de cienos; por una parte eran ferruginosos, y por otra sulfurosos: hé aquí la composicion de cada uno de ellos (2).

Cieno sulfuroso.		*Cieno ferruginoso.*	
Azufre	22,732	Sulfato de cal	3,274
Sulfato de cal	0,113	Cloruros de calcio y de magnesio.	0,403
Carbonato de cal . . .	0,087	Carbonato de hierro	20,693
Cloruro de calcio. . .	0,006	Carbonato de cal	70,682
Carbonato de hierro .	0,237	Alúmina	1,057
Sílice y silicatos . . .	55,768	Silice.	2,720
Materia orgánica. . .	21,037	Materia orgánica	1,031
	100,000	Acido arsénico	0,140
			100,000

En ciertos depósitos no se encuentran carbonatos, sino sulfuros: asi es que M. Caventou (3) ha reconocido el depósito de las aguas de Chaudes-Aigues, en el Cantal, formado de persúlfuro de hierro, hecho corroborado por la análisis de M. Berthier que ha anunciado que estas aguas atravesaban algunas piritas en donde se mineralizaban. En Luxeuil, en donde ciertos manantiales

(1) *Journal de pharm. et de chim.* 3.ª série, 1853, t. XXIV, p. 433.
(2) *Id. id.* 3a. série, 1853, t. XXIII, p. 120.
(3) *Journal de chimie medicale*, 1a. série, 1826, t. II, p. 296.

(Gran Baño, el de las Damas, el Gelatinoso,) abandonan un abundante residuo en copos *pardo negruzcos*, se ha demostrado que el manganeso constituye casi su totalidad: en efecto, el que se recoje en la fuente Gelatinosa contiene hasta 81,923 por 100 de sesquióxido de manganeso, parte del cual en estado de protóxido existe bajo la forma de silicato. (1)

En cuanto al hierro, sucede con mucha fecuencia que al desprenderse el ácido carbónico hace pasar el metal á un grado superior de oxidacion: y entonces no se encuentra en el cieno mas que sesquióxido hidratado. (2)

El arsenico existe tambien con mucha frecuencia en los depósitos ocráceos (Luxeuil, Forges, Bussang, Chabetout, etc.): sin embargo no todos le contienen, como sucede en D'Aurensan (Gers) (3): igualmente se encuentra en ellos el cobre (Trianon, Luxeuil, etc.)

Por último, se ha indicado el yodo en un gran número de depósitos abandonados por las aguas feruginosas de la Auvernia (Gonod, hijo.) (4)

En algunas localidades solo se forman los depósitos en las avenidas de manantiales; en otras, por el contrario, se presentan á cierta distancia con caracteres muy distintivos.

La formacion de estos depósitos no siempre se verifica de un modo uniforme: con frecuencia no se manifiesta sino á ciertas horas del dia, como en Forges-les-Eaux, en donde se los ve aparecer principalmente una hora antes de salir y de ponerse el sol. Las circunstancias meteorológicas tienen pues en ello una influencia marcada; y en Mont-Dore en las grandes tempestades se ven cubrir las aguas del estanque grande de copitos lijeros que parecen carbon.

En muchos establecimientos de Francia se emplean útilmente los cienos de sus manantiales, como tópicos y con escelente resultado, contra una multitud de afecciones morbosas, gozando algunos de ellos de una antiquísima reputacion: tales son, por ejemplo, los de Saint-Amand en el departamento del Norte, sobre los que se ha escrito largamente y que aun conservan cierta celebridad. Los cienos de Saint-Amand son negros y esparcen un olor sulfuroso muy pronunciado. Su temperatura es de 25° centígrados.

Estos cienos han sido analizados por muchos autores.

M. Caventou (5) los ha hallado formados de:

Agua	56,44		
Materias sólidas .	43,56	Acido silícico	90,00
		Carbonato de cal. . . .	
		Carbonato de magnesia.	
		Alúmina.	10,00
		Sesquióxido de hierro .	
		— de manganeso . .	
	100,00		

Segun M. Pallas (6), que ya habia hecho su exámen químico en 1823, presentan la composicion siguiente, en cada 1000 partes:

Ácido carbónico.	0,010
Acido sulfídrico.	0,033
Carbonato de cal.	1,569
Carbonato de magnesia. . . .	0,568

(1) O. Henry, hijo; *Annales de la Societé d'hidrologie*, 1856, t. II, p. 259.—*Journal de pharm.*, 3a. série, 1856, t. XXIX, p. 416.
(2) Saint-Pierre; *Thèse de Montpellier*. 1809, p. 48.
(3) O. Henry; *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1854-55, t. XXI, p. 831.
(4) Gonod, hijo; *Thèse inaugurale de pharmacie*. Paris, 1856.
(5) *Annuaire des eaux de la France*. Paris, 1851-54, en 4.° p. 605.
(6) *Journal de pharmacie*. Marzo, 1823.

Hierro.	1,450
Azufre.	0,200
Acido silícico.	30,400
Materia estractiva..	1,220
Materia vegeto-animal. . . .	6,805
Agua..	53,000
Pérdida.	2,745
	100,000

Desde hace mucho tiempo se ha reconocido ya en estos cienos la presencia del hierro, del azufre y además de la materia vegeto-animal, pues que Bouquié (1) en una disertacion publicada en 1750, dice: «que se halla alguna vez sobre la superficie de los cienos ó mas bien sobre el agua que queda en las pozas practicadas para contenerlos, una materia semejante á las claras de huevo, materia que desecada, arde inflamándose y esparciendo un olor parecido al del azufre.»

El mismo autor refiere igualmente que dejando de revolver estos cienos por algunos dias, sube á diversos puntos de su superficie una materia amarillo clara, de tejido apretado que echada sobre las ascuas pierde su humedad y despues arde con una llama azul, esparciendo un olor penetrante de espíritu y sulfuroso volátil (ácido sulfuroso).

De cualquier modo que sea, la composicion de estos cienos no es homogenea en todo su espesor, que es algunas veces muy variable. En Saint-Amand están formados de tres capas sobrepuestas, una superior de naturaleza turbosa y arcillosa; otra media, arcillosa; y por último, una inferior compuesta de sílice, de carbonato de cal, de óxido de hierro y de alúmina. A través de esta última capa, cuyo grueso es de 2 metros á, 2,50 y su estension 27 metros cuadrados, brotan un gran número de manantiales de agua sulfurosa que diluyendo la capa superior producen el verdadero cieno. (2)

El departamento de Gers, tiene tambien algunos establecimientos en que gozan una reputacion merecida los cienos, (Castera-Verduzan, Barbotan etc.) Por último, los de Availles ó Absac en el departamento del Vienne, son negros y fétidos; y si atendemos á la naturaleza del agua á que deben su formacion, son igualmente ferruginosos y sulfurosos como los anteriores.

En muchos establecimientos termales de Alemania, hay cienos bastante mas ricos en hierro que los de que acabamos de hablar; nos contentaremos con citar los de Marienbad (3) utilizados para baños, y los de Franzensbad, cerca de Eger ó Egra, en Bohemia Contienen en cada 1000 partes:

Protóxido de hierro.	88
Magnesia.	14
Alúmina.	29
Sulfato de protóxido de hierro .	24
Sulfato de sosa.	38
Cloruro de sódio.	10
Acido húmico.	125
Sustancias vegetales.	425
Agua.	254
	1000

(1) Bouquié; *Essai physique sur les eaux de Saint-Amand*. Lille, 1750, en 12. p. 59 y siguientes.
(2) Charpentier; *Traité des eaux et des boues thermo-minerales de Saint-Amand* (Norte). Paris, 1852. p. 21.
(3) *Annales des mines*. 3a. série, 1859, t. XV, p. 575.

El espesor de la capa de cieno es de muchos metros, en una estension de mas de un quilómetro. Pero aqui las pilas en que se toman los baños, no contienen el cieno natural. Se estrae este último en el mes de setiembre, se estiende en capas gruesas sobre un terreno inclinado en el que pasa el invierno, durante el cual se desprenden gases ácido carbónico y sulfídrico: en la primavera se revuelve esta tierra, se acriba para separar los restos vegetales que contiene y se mezcla con el agua de las pilas. (1)

Estas tienen generalmente cobertizos (Barbotan) y constituyen una especie de piscinas en que se bañan á la vez uno ó mas individuos. En otras localidades, por ej. en Saint-Amand se conducen los cienos á las habitaciones ó cuartos de los bañistas, de modo que cada uno toma su baño separadamente.

Si la temperatura de estos cienos no es la suficiente para los enfermos, se les da mediante corrientes de agua termal mas caliente que viene de las bañeras. Asi se practica en Egra, en Bohemia. Se calienta el cieno en cubas, se hace llegar una corriente de vapor de agua que se aumenta segun la indicacion del médico, de modo que se obtenga un medio mas ó menos consistente y que tenga una temperatura de 30,° á 37.°, 50. C.

Asi es como el doctor Charpentier, obtiene en Saint-Amand, baños cuya temperatura varía de 28.° á 30.° C. He aqui el ingenioso procedimiento que emplea para calentar los cienos. Construye hornos particulares en que coloca sobre un plano de 40.° de inclinacion, tubos de fundicion de grandes dimensiones: los cuales se cargan por la estremidad mas alta, de arena, que se calienta de 150.° á 160.° C: se saca entonces esta por la estremidad opuesta en aparatos que se colocan inmediatamemte en los cienos de los aposentos, una hora antes de que el enfermo entre en ellos. Este tiempo es suficiente para elevar la temperatura de 8.° á 10.° sin que se pierda nada de gas sulfídrico, como hubiera podido temerse.

La aguas de la Roche-Posay en el departamento de Deux-Sevres pasan por sulfurosas: dejan depositar en las pilas cienos que se anuncian como minerales. Mandadas á París y analizadas en el laboratorio de la Academia, no han ofrecido cosa importante: pero como estaban en una alteracion completa y desprendian un olor fétido escrementicio, se ha creido que su exámen debia repetirse en las mismas fuentes á ser posible. Por ahora, no diremos mas acerca de estos cienos minerales. (2)

Los baños de cieno pueden ser parciales ó generales: en algunos establecimientos se emplean aun en cataplasmas. En cuanto á la duracion, varía segun las indicaciones terapéuticas, la constitucion del enfermo y la afeccion que se quiere combatir: é inmediatamente despues del baño de cieno, se toma otro de agua termal ó un chorro para limpiarse.

Pasemos ya á los travertinos ó depósitos sólidos de las aguas. Cuando los bicarbonatos no son muy abundantes y por consiguiente el desprendimiento de ácido carbónico se verifica en pequeña cantidad, el agua no presenta desde luego mas que una película irisada formada, segun se dice, de *carbonato neútro de cal*, como sucede en Ems, Wiesbaden, etc. (Herpin): estos depositos se verifican lentamente.

Algunas veces ciertas sustancias contenidas en las aguas se depositan con formas cristalinas, como puede verse en Aix-la-Chapelle, donde una de las fuentes (la del Emperador) está tapizada en su boca de cristales amarillos de azufre. Lo mismo sucede en Bagneres-de-Luchon.

Por último, puede suceder que formándose el depósito entre las hen-

(1) Herpin; *Etudes medicales sur les eaux minerales de France, d'Angleterre et d'Allemagne.* Paris, 525, p. 295, en 12.

(18) Boullay y O. Henry; *Bulletin de l'Academie de medecine*, 1837, t. II, p. 489.—*Annales des mines*, 1838, t. XIII, p. 624.

diduras, origine estalactitas, estalagmitas y hasta especies de columnas: y tambien si corre el agua por un plano inclinado, puede acumularse poco á poco y formar una especie de muralla, que encontrando algun obstáculo sobre un arroyo, venga con el tiempo á atravesarle formando un verdadero puente. De esto tenemos un buen ejemplo en el arrabal de Saint-Allyre en Clermont-Ferrand. Este es el puente de que hacen mencion los autores mas antiguos que han escrito sobre la Auvernia (Belleforest en 1576, Jean Banc en 1605, etc.)

Hé aquí como esplica su formacion el Dr. Nivet (1) en su Diccionario de las aguas de Puy-de-Dome.

«Cuando el travertino llega al borde del saetin los carbonatos de cal de magnesia y de hierro destinados al crecimiento de su parte inferior, son arrastrados por la corriente, y aquel aumenta solo por su parte vertical ó septentrional. De este crecimiento resulta una bóveda incompleta y colgada sobre el arroyo.

»Despues que han salvado este, las calizas van bajando cada vez mas, cae el agua sobre la orilla opuesta, en donde creciendo una estalagmita, sube hasta completar el arco.

»A medida que el puente vá aumentando sus proporciones, vejetan plantas en su superficie, las cuales mueren y se cubren de una costra caliza, con lo que progresa mas rápidamente la incrustacion, etc.»

Algunos depósitos de estos encierran á veces restos orgánicos, como conchas y animales infusorios: pero debemos añadir que estas sustancias abundan mas principalmente en los depósitos formados por las aguas dulces que no en los procedentes de las minerales propiamente dichas.

Vauquelin en 1779 (2), y despues Berzelius (3), Lecoq (4), y Girardin (5), han analizado los travertinos de Saint-Allyre: y, segun el último de estos autores está sujeta á variaciones la composicion de aquellos: porque ha observado que en la época en que el agua ha formado el puente inferior abundaba mucho mas en sales calizas y sílice, que ha ido perdiendo poco á poco despues, al paso que ha ganado sesquióxido de hierro. Hé aquí la composicion de los travertinos, segun la análisis de Girardin en 1836.

Nombre de las sales.	Puente inferior.	Puente superior.
Carbonato de cal.	gr. 40,224	gr. 24,400
Sulfato de cal	5 382	8,200
Carbonato de magnesia.	26,860	28,800
Peróxido de hierro.	6,200	18,400
Sub fosfato de alúmina	4,096	6,120
Carbonato de estronciana . . .	0,043	0,200
Fosfato de manganeso	0,400	0,800
Sílice	9,780	5,200
Crenato y apocrenato de hierro.	5,000	5,000
Materia orgánica.	1,200	0,400
Pérdida	0,015	1,080
Agua	0,800	1,400
	100,000	100,000

(1) Nivet; *Dictionnaire des eaux minerales du departement du Puy-de-Dome*. Clermont-Ferrand, 1846, en 8.°, p. 95.
(2) *Journal de chimie medicale*, 2a. série, 1830, t. VI, p. 385.
(3) *Annales de chimie et de physique*, *loc. cit.* p. 405.
(4) Lecoq; *Observations sur la source incrustante de Saint-Allyre*. Clermont, 1830.

Delarbre (1) y otros muchos autores modernos no son de la opinion de M. Girardin: piensan que las diferencias obtenidas en sus análisis dependen de que los dos puentes no se han formado por el mismo manantial, sino por diferentes, aunque próximos uno á otro.

En Carlsbad el manantial de Sprudel dá orígen á una concrecion abundante, que ha recibido el nombre de *sprudelstein*, blanca, con fajas mas ó menos pardas, debidas á la presencia del sesquióxido de hierro.

Cuando cualquiera de estas aguas incrustantes (Saint-Allyre, Saint-Nectaire, San Felipe de Toscana, etc.) cae lentamente sobre objetos pequeños, como frutos, plantas, semillas, animales, etc., no tardan en cubrirlos de una costra del depósito que impide el contacto con el aire. Si por el contrario se hace entrar el agua en moldes huecos de yeso, de guta percha, etc. resulta una impresion de grano muy fino, que en rompiendo el molde reproduce el objeto en relieve. Esta industria es un ramo de comercio muy importante en las localidades que hemos mencionado.

Indicaremos tambien ciertos depósitos muy notables que se forman en las aguas minerales de la provincia de Constantina en Argelia, llamadas de Hammam-Mescoutine (baños malditos, encantados) (2), conocidas ya de los romanos, y que desde nuestra gloriosa conquista han sido objeto de interesantísimos trabajos hechos por nuestros oficiales de sanidad militar, especialmente por MM. Baudens y Tripier.

En una noticia de estos notables manantiales presentada á la Academia de medicina por el inspector M. Baudens, los describe del siguiente modo:

«A unas cuatro millas del campo de Dujez-Ama, y despues de atravesar el Seybouse, dejando atrás muchas cadenas del Atlás de difícil acceso, se descubre una gran esplanada, sobre la que se levantan muchos centenares de pirámides, cuya disposicion y blancura forman la ilusion de un campamento de tiendas. Vistos de cerca estos conos piramidales, parecen constituidos de piedra caliza porosa y blanda: su base no baja de doce pies de diámetro, y su altura llega á cerca de quince. Hay entre ellas, dice Mr. Baudens, algunas pirámides gemelas, que ofrecen la particularidad de tener un solo tronco de cinco pies de alto sobre el terreno, y del que salen dos puntas cónicas, cuya regularidad simétrica está atestiguando que estos dos gérmenes nacidos y muertos en el mismo dia, han vivido en perfecta armonía.

»La esplanada en donde se han originado estas vejetaciones fenomenales, que acaso no existen en ningun otro punto de la superficie del globo, tiene por límite al Oeste una quebrada de 20 metros de profundidad, y descansa sobre rocas; cuya superficie cubierta de una capa caliza, blanquecina y friable, carece absolutamente de vejetacion.

«Sobre la cresta de esta quebrada brotan una porcion de fuentes minerales, muchas de las cuales exhalan un olor sulfuroso sofocante, y cuya temperatura varia de 50° á 76° Reaumur (62°, 2 á 95° cent.). Están situadas al Norte y al Sud.»

Estas aguas termales depositan sales insolubles que, acumulándose de dentro á fuera, producen conos ó pirámides, los cuales, segun el Dr. Boudet, comisionado para hacer observaciones científicas en este pais, ascendian de 45 á 50 en 1843. Cuando se obstruye el conducto natural por donde caen las aguas, toman estas otra via subterránea, yendo á salir por otro punto.

(1) *Comptes rendues des travaux de l'Acad. de Rouen.* 1856

(2) Delarbre; *Notice sur l'ancien royaume d'Auvergnats et sur la ville de Clermont.* Clermont-Ferrand, 1855, p. 205.

(3) O. Henry; *Bulletin de l'Academie de medecine.* 1838-39, t. III, p. 886.—1844-45, t. X, p. 1001.—1852-53, t. XVIII, p. 1085.—*Annales de chimie et de physique*, 3a. série. 1840, t. I, p. 340.

Estas concreciones que desde 1839 han sido analizadas por uno de nosotros, presentan grande analogía con las de Saint-Allyre, y las de Sprudel que hemos mencionado antes.

El cuadro siguiente lo demuestra perfectamente.

Piedra de Sprudel. (Berzelius.)		Travertino de Saint-Allyre. (Girardin.)			Travertino de Hammam-Mescoutine (O. Henry).	
			antiguo.	nuevo.		
Carbonato de cal. . } — de magnesia. . }	67,18	Carb de cal } —de magn. }	67,18	53,20	Carbonato de cal. . } — de magnesia. . }	95,31
— de estronciana	0,32	—de estronc.	0,40	0,20	— de estronciana	0,24
Protóxido de hierro	0,43	Prot de hier.	6,20	18,40	Peróxido de hierro.	0,65
Fluato de cal . . .	0,99	Sulfato de cal	5,38	8,20	Fosfato de alúmina }	indic.
Fosfato de cal . . .	0,06	Fosf. de alúm.	4,09	6,12	Fluato de cal. . . . }	
— de alúmina . .	0,10	—de manga.°	0,40	0,80	Crenato y apocrenato de hierro. . }	
Manganeso	indicios	Cren. y apocr. de hierro.	5,00	5,00	Id. id de cal. . . . }	2,60
Agua.	1,59	Materia orgánica no az.ª	1,20	0,40	Arseniato de id. (1) }	
					Sílice.	
		Silice.	9,79	6,28	Manganeso	indicios
		Agua	0,80	1,40	Agua.	1,30
	100 00		100,00	100,00		100,00

Para terminar insistiremos sobre la importancia que tiene el exámen químico de los depósitos y travertinos, bajo el punto de vista analítico. En efecto, muchos autores han reconocido y particularmente Berzelius ha demostrado de un modo tan terminante en su escelente trabajo sobre el agua de Carlsbad, que en algunas aguas que encierran cantidades mínimas de ciertos compuestos, no se descubre la existencia de estos por la análisis á no ser que se opere sobre considerables cantidades, lo cual á veces es muy difícil. Si se analiza una corta porcion del depósito ó del travertino de un manantial, el cual representa el valor de una gran masa de agua, se puede llegar á reconocer la presencia de cuerpos que en vano se habian buscado en esta. Asi es como en el sprudelstein encontró el ilustre químico sueco *fluoruros, fosfatos, estronciana y manganeso*, que no habia presumido primitivamente en la misma agua de Carlsbad, ni tampoco los habian indicado sus predecesores Becher (1770), Klaproth (1789) y Reuss (1812-1818) (2). M. Tripier (3) farmacéutico mayor de Argel, ya habia anunciado desde 1839 á la Academia de ciencias, que habia llegado á reconocer en las aguas de Hammam-Mescoutine el arsénico en estado de *arseniato de barita, de cal ó de estronciana*. El resultado de sus investigaciones fué confirmado por MM. Chevallier y O. Henry (1844-45) que obtuvieron lo mismo que él algunas manchas arsenicales con las sales insolubles procedentes de la evaporacion del agua, pero mucho mas notables sobre todo con los depósitos ó travertinos calizos que tan abundantemente producen estos manantiales.

(1) Hemos añadido el arseniato de cal que no habia sido indicado todavia en la época en que apareció este primer informe sobre las aguas de Hammam-Mescoutine.

(2) Margraff, en su disertacion sobre las diversas especies de aguas, ya habia tenido el mismo pensamiento analizando ciertos depósitos, y entre otros el que llama *la Piedra* en los baños de Carlsbad (*Opuscules chimiques*. Paris, 1762, t. II, p. 65.

(3) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1839, t. VIII, p. 255.—*Annales de chimie et de physique*, 3a. série, 1840, t. I, p. 340.

Ciertas aguas empleadas en la industria, abandonan tambien mediante el desprendimiento de su esceso de ácido carbónico, depósitos de carbonatos terreos y de carbonato de hierro que obstruyen é incrustan las cañerias y las calderas de vapor: en el capítulo consagrado al estudio de las aguas potables y económicas, volveremos á tratar mas detalladamente esta interesante cuestion.

CAPÍTULO V.

DE LOS VEGETALES Y DE LOS ANIMALES QUE VIVEN EN LAS AGUAS MINERALES.

De las confervas: qué es lo que se designa con este nombre: las especies mas comunmente reconocidas en las diversas aguas minerales: su estudio superficial bajo el punto de vista químico y botánico.

Si se consulta la multitud de obras publicadas sobre las aguas minerales, sorprende verdaderamente todo lo que se ha escrito con especialidad acerca de ciertas producciones muy notables existentes en la mayor parte de ellas, y cuya naturaleza, preciso es confesar, que apesar de las importantes investigaciones practicadas, no está completamente aclarada. Nos referimos á las *confervas*, sustancias clasificadas al presente en la escala vegetal, pero que por largo tiempo fueron consideradas, como que participaban á la vez de los tres reinos, como lo dan á entender los nombres mas ó menos variados con que antiguamente se las designó. Gimbernat (1) por ejemplo (1815), llamó *zoógena* á la materia tan abundante que presentan las aguas de Baden y de Ischia: Magnes-Lahens (2) la denominó *vegeto animal*, como antes de él lo habia hecho Dispan (3): Pommier (4) conservó el mismo nombre á la materia particular de las aguas de Cauterets: y por último se dió el de *sustancias glerosas* á ciertas materias que suministran multitud de aguas minerales y principalmente las termales. Se anunció tambien una *materia estractiva animalizada* en el agua de Bañols (Lozere) (Barbut) (5) y en la de Aix-en-Savoya (Bonvoisin 1785) (6): una *materia colorante estractiva* en Enghien (Fourcroy) (7): *subresinosa* en Aix-la-Chapalle (Landsberg) (8): y por último una *bituminosa* en ciertas aguas sulfurosas del medio dia de la Francia (Pilhes) (9).

Seria facil multiplicar sobremanera las citas, sobre todo si se considera que en muchos casos cada autor ha tratado de asignar un nombre particular á la misma sustancia: asi es que hemos visto á M. Richond des Brus (10) designar con el nombre de *nerisina* la conferva de las aguas de Neris, mientras el doctor Forichond la llamó *termalina* (11): distinciones inconvenientes, sin duda, y que no han seguido MM. de Laurés y Becquerel (12) en el estudio de las confervas del establecimiento de Neris.

(1) Gimbernat; *Analyse des eaux minerales d'Aix-en-Savoie*, 1815.—*Repert. für die Pharm.* t. XIV p. 264, cuad 2.
(2) Magnes-Lahens; *Analyse des eaux minerales d'Ax.* Tolosa, 1823, p. 24.
(3) Anglada; *Memoire sur les eaux sulfureuses des Pyrenées.* Paris-Montpellier, 1827, t. I, p. 116 (segunda memoria).
(4) Pommier; *Analyse des eaux thermales des Pyrenées.* Paris-Fontainebleau, 1813, en 8.°, p. 99.
(5) Merat et Delens; *Dictionnaire de therapeutique generale.* Paris, 1829, t. I, p. 528.
(6) Bonvoisin; *Analyse des eaux minerales de la Savoie.* 1785.
(7) *Revue medicale*, t. V, p. 389.
(8) Alibert; *Nouveaux elements de therapeutique* Paris, t. II, p. 689.
(9) Pilhes; *Analyse des eaux de Dax et d'Ussat.* Pamiers, 1787.
(10) Richond des Brus; *Notice sur les eaux thermales de Neris.* 1855.
(11) Forichond; *Les eaux de Neris, propos medical.* 1853, en 18.
(12) *Annales de la societé d'hidrológie medicale de Paris*, 1855, t. I, p. 205.

A nuestro modo de ver, es mas razonable tratar de clasificarlas con el nombre botánico que les conviene, como ya antes lo habian hecho Robiquet, padre, y A. Richard (1).

No nos detendremos en las variadísimas divisiones y denominaciones que han adoptado muchos botánicos para el grupo de las confervas: esto exijiria un estudio mas profundo de la materia, que debe entrar en la composicion de un tratado *ex professo*. Aquí solo procuraremos designar lo mejor que nos sea posible, y con arreglo á los conocimientos actuales, las confervas que se han reconocido en las principales aguas minerales, frias ó termales; por lo que no deberá estrañarse que pasemos en silencio las clasificaciones propuestas para agrupar estos singulares vejetales; y sobre todo, que no nos estendamos largamente acerca de sus caractéres botánicos.

Ciertos movimientos propios de las confervas, y una especie de cópula que se habia creido observar en ellas, dieron motivo á que algunos autores las considerasen como la línea divisoria entre el reino animal y el vejetal: por razon de esto se les dió el nombre de *psychodiarias* (2): Girod-Chartrans (3) las calificó de verdaderos *políperos*, y Bory de Saint-Vicent, que hizo de ellas una tribu aparte, las *oscilárieas*, admitia tambien que ciertas confervas, vejetales en su principio, pasaban á ser verdaderos animales; este modo de considerarlas, hizo que se les diese la denominacion de *artródieas caodineas*.

En el dia está perfectamente reconocido y admitido que las confervas pertenecen al reino vejetal; por lo que nos limitaremos á trazar los caractéres generales que se les han asignado, diciendo que bajo este nombre se designan unas plantas que viven en el agua dulce ó mineral, corriente ó estancada, fria ó termal.

Las confervas se presentan á veces bajo la forma de costras verdosas ó rojizas, como los *nostochs*; pero la mas comun es la de filamentos compuestos de celdillas soldadas punta con punta, encerradas en un tubo contínuo, cuyos artículos pueden dar orígen cada uno, ya á un gran número de esporas, ya á una sola

Las esporas salen por unas aberturas redondeadas, presentan dos ó cuatro pestañas susceptibles de vibracion, y están dotadas de ciertos movimientos. No tarda en cesar el movimiento, se fija la espora y germina.

En ciertos casos se hinchan las celdillas, se entreabren separándose y dejan salir la única espora que encierran. Cuando no hay mas que una espora, lleva generalmente una corona de multitud de pestañas. Vaucher (4) habia designado con el nombre de *conjugadas* un grupo de confervas (*zygnema, spirogyra, mongeotia*) formadas de filamentos numerosísimos muy sencillos, y en los que la materia verde está colocada muy diversamente. Asi es que en las *mongeotias* llena con uniformidad todo el filamento, en las *zignemas* está aglomerada en dos ó mas masas con prolongaciones estrelladas, y por último, en las *spyrogyras* presenta una especie de espiral.

Sin detenernos largamente en las diversas opiniones acerca del modo de desarrollarse botánicamente las confervas, insistiremos sobre el de aparecer en medio de las aguas.

Al desarrollarse las confervas en las aguas minerales presentan caracteres bastante generales. Primero se perciben en la superficie del liquido ó en el fondo de los estanques algunas materias ya agrisadas, ya pardas, espumo-

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1829, t. LX, p. 5.
(2) *Dictionnaire des sciences medicales*. 1812, t. I, p. 467.—1819, t. XXXVI, p. 587.
(3) Girod-Chartrans; *Recherches chimiques et microscopiques sur les conferves, les bisses et les tremelles*. Paris, 1802, en 4.°
(4) Vaucher; *Histoire des conferves d'eau douce*. Ginebra, 1803, en 4.°

sas y como celulosas, las cuales se adhieren tambien á las paredes laterales de los estanques. Poco á poco aumentan de volumen, se llenan de burbujas gaseosas (Neris, Royat) y suben á la superficie, en donde cambian de aspecto, volviéndose verdes bajo la influencia del aire y de la luz, y produciendo unos filamentos radiados, como se ve en Plombieres, ó bien unas masas densas, como sucede en Vichy y en Neris: otras veces arrojan una especie de tallos que se cruzan unos con otros, formando como una andamiada. Las confervas frecuentemente tienen un hermoso color verde, ó bien verde negruzco: algunas tiran al pardo rojo y al rojo de púrpura, comunicando al agua tintas muy notables, que en la edad media han llamado mucho la atencion de los cronistas, quienes las atribuian á lluvias de sangre.

Esta coloracion que se nota tambien en el agua del mar, en la de ciertos rios y en algunos manantiales minerales, es debida á plantas de la familia de las oscilarieas, como la *oscillatoria rubescens* indicada por De Candolle en el lago de Morat; y tambien á animalillos infusorios, que se desarrollan en considerable número, y pueden comunicar su color propio á los lagos, los estanques y aun al mar (1).

En general puede decirse, que la coloracion de las grandes masas de agua es en estremo variable, y que si el color primitivo que afectan vistas en masa es el *azul*, como se ve, por ejemplo, en muchos lagos de Suiza, Saboya y el Franco-Condado, sucede siempre respecto de los rios, que los visos variados que ofrecen, son debidos á materias orgánicas. Estas materias son las que, por la evaporacion, dejan resíduos amarillos ó pardos, lo que no se verifica cuando el agua es muy pura, pues entonces son enteramente blancos.

Las confervas se forman generalmente al aire y bajo la influencia de la luz. Todas las aguas dulces, de pozo, de lluvia, de nieve, de fuentes y minerales abandonadas á sí mismas por algun tiempo, aun en frascos tapados, no tardan en dar orígen á producciones confervoideas, que parece nacen espontáneamente, ó como algunos autores han dicho, pueden haberse formado por gérmenes depositados en las cavidades de las rocas ó de ciertas piedras: esta suposicion parece menos admisible, si se considera que todas las aguas destiladas de las boticas, aun la comun destilada, abandonadas á sí mismas, presentan al cabo de cierto tiempo filamentos mucilaginosos, blanquecinos, que no tardan en tomar diversos colores. Priestley (2) fué el primero que observó este hecho en el agua destilada, y Senebier (3) en 1782 consideró este producto como la *conferva cespitosa*, que frecuentemente se halla mezclada en los estanques con la *conferva rivularis* que la sucede.

En cuanto á las aguas destiladas, todas dejan á la larga depositar ciertas confervas que se han estudiado muy detenidamente por M. Biagoletto, de Trieste (4), el cual las refiere casi todas al género *leptomita*.

Ciertas aguas minerales ofrecen tambien *nostochineas* muy sencillas, asi es que M. de Lens (5) ha reconocido hace algunos años, que la conferva que se desarrolla en el agua de Forges, en Normandia, es la *protonema simplex* de Turpin, la primera produccion que se forma, segun se dice, en el agua destilada resguardada del aire y de la luz.

Segun Van Marum (6), las confervas se trasforman rápidamente en turba, cuando se estacionan en el fondo de las aguas; y segun otros autores, pu-

(1) *Magasin pittoresque*. 1845, p. 167.
(2) Priestley; *Opera*, t. IV, sect. 33, p. 333.
(3) Senebier; *Memoires physico-chimiques*. Ginebra, 1782, t. II, p. 1-46.
(4) Biagoletto; *Di alcune alghe microscopiche*. 1832.
(5) O. Henry, padre, *Analyse de l'eau de Forges-les-Eaux*. Paris, 1845, foll. en 8.° – *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1844-45, t. X, p. 985.
(6) *Annales du Museum*, t. II, p. 91.

driéndose estas masas gelatinosas, dan orígen á diversas algas, lo cual ha puesto fuera de duda M. Fontan en sus investigaciones sobre las aguas de los Pirineos (1).

La cuestion de la temperatura es una de las mas interesantes bajo el punto de vista del desarrollo ó de la produccion de las confervas: presenta circunstancias muy variadas y notables segun las diferentes especies de aguas en que se estudia.

Se ha observado que en algunos manantiales sulfurosos generalmente hácia los 40.° ó 50.° C abundan mas las confervas: si aumenta esta temperatura hasta los 60.° ó 70.° disminuyen cada vez mas, y por último á los 75.° no se perciben ya. (Fontan).

Y con todo, si ciertas materias, como la conferva de Neris (2) necesitan una alta temperatura para producirse (de 42.° á 48.° centígrados cuando mas y de 20.° á 22.° cuando menos), otras se organizan en frio como por ejemplo en Enghien y en Aix donde Gimbernat observó que desde que baja la temperatura á mas de 12.° y aun menos se forma una sustancia gelatinosa que tiene enteramente el aspecto de la carne muscular de ternera (3). En Neris se produce tambien en los estanques de enfriamiento una conferva particular formada de materia gelatiniforme blanquecina en medio de la cual se encuentran algunos fragmentos de materia verde. Esta sustancia difiere mucho en sus propiedades físicas de la conferva de los estanques calientes.

Por último, Anglada (4) admite que ciertas confervas, la *glerina* entre otras, pueden originarse á temperaturas muy diversas, puesto que se la encuentra á la vez en las aguas de Quez á 15°,5 R. y en las de Tuez á 62,°5 R.

La análisis química ha tenido tambien su participacion en el estudio de las confervas, por ella se ha podido demostrar la presencia de muchos elementos que pueden esplicar algunas veces la accion médica de que están dotadas. Así, uno de nosotros ha indicado el yodo por primera vez en las confervas de Neris, de Evaux, de Saint-Honoré etc., y en la baregina de los Pirineos (5). Despues han hecho investigaciones análogas un gran número de autores (Filhol, Bonjean, Bonis, hijo etc.) (6)

Se ha reconocido el hierro de un modo indudable en muchas de estas producciones orgánicas, y segun M. Fontan se halla en estado de *yoduro*. M. Leconte (7) ha indicado el manganeso en las de Neris. La sílice y tambien el arsénico se han hallado igualmente en muchas de estas confervas. El Dr. Gilgen Krantz (8) ha visto desarrollarse en una solucion arsenical una criptógama del género *Leptomitus*.

Entre todas estas sustancias confervoideas que nadan en las aguas minerales, algunas se han estudiado bien y gracias á las exactas investigaciones microscópicas, ocupan un lugar en el cuadro botánico: pero hay un gran número de otras que, todavia poco definidas y de una naturaleza imperfectamente determinada, ofrecen en su formacion grande incertidumbre. Sucede tambien con frecuencia que muchas están mezcladas y es preciso entonces una gran habilidad para distinguir unas de otras.

Al lado de las confervas propiamente dichas, se reconocen en las aguas

(1) Fontan; *Recherches sur les eaux minerales des Pyrenees*. Paris, 1858, en 4.°
(2) Becquerel y de Laurès; *Annales de la Societé d'hydrologie*. 1855, t. I, p. 205 á 244.
(3) Boutron et Patissier; *Manuel des eaux minerales naturelles*, 2.ª edic. Paris, 1857, p. 192.
(4) Anglada; *Memoires sur les eaux sulfureuses*. Paris-Montpellier, 1827, t. I, p. 124.
(5) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1843-44, t. IX, *p.* 656.—*De l'existence de l'iode dans les eaux sulfureuses des Pyrenées et dans la baregine*. Paris, 1845.—*Journal de pharmacie*, 3.ª série, 1852, t. XXI, p. 401.
(6) Filhol; *loc. cit.*, p. 178-185.
(7) *Annales de la societé d'hidrologie medicale de Paris*, 1855, t. I, p. 250.
(8) *Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1857, t. XXIII, p. 58.

sustancias pseudo-orgánicas que presentan algunas analogias con las materias gleriformes y que se designan con los nombres de materias *resinosas, subresinosas y estractivas*. Todas estas sustancias parecen tener el humus por punto de partida. De ellas deben derivarse los ácidos crénico, apocrénico y geico, indicados ya en uno de los capitulos anteriores.

La mayor parte de estas sustancias desecadas, toman un aspecto rojizo; destiladas á fuego desnudo, producen materias oleosas, pirogenadas y amoniacales, como ciertos productos animales. Ceden algunas veces al agua hirviendo una materia de aspecto gelatinoso, como Gimbernat lo ha visto en las aguas de Badeu, en 1815, ó en las de Ischia cerca de Nápoles en 1818. A esta materia es á la que habia dado como antes hemos dicho el nombre de *zoogena*: en Plombieres existe un producto algo análogo estudiado sucesivamente por Monnet, Vauquelin, Henry y Lheritier. (1)

Daremos algunos mas detalles sobre la naturaleza química de estas sustancias confervoideas y estractivas, al tratar mas adelante de la análisis práctica de las aguas minerales; pero antes de abandonar lo relativo á las confervas y despues de estas generalidades, creemos deber referir diversos hechos que se refieren á la historia de las que son mejor conocidas, y que se han estudiado con el mayor cuidado

En primer lugar nos fijaremos en la sustancia tan abundante que contienen las aguas de los Pirineos.

Esta sustancia, estudiada primero por Fantoni (1725) ha sido objeto de las investigaciones de Bordeu (1746). Este sábio comparaba á la clara de huevo estas materias gelatinosas y las consideraba unas veces como de naturaleza grasa, otras como de la del azufre. (2) Se examinaron sucesivamente por Lemonier, (1760), Bayen (1765), Vauquelin (1800) y Chaptal (1807). Longehamp (1823) las designó con el nombre genérico de *baregina*, y Anglada (1827) con el de *glairina* (3); por último en 1837, M. Fontan (4) en una interesante memoria ya citada, hizo notar muy habilmente la distincion que existe entre la baregina propiamente dicha, que llamó *pirenеina*, y una conferva que está siempre mezclada con ella y á la que dió el nombre de *sulfuraria*. Añadiremos que M. Turpin habia admitido ya que la baregina no es una sustancia homogénea, sino mas bien una mezcla de plantas de escala inferior. (5)

He aquí los caracteres distintivos que señala M. Fontan á estas dos sustancias.

La baregina ó pirenеina es una sustancia anorgánica, amorfa, gelatiniforme, que ha estado disuelta en el agua mineral y se ha descompuesto bajo el aspecto de una jalea. Se manifiesta en las fuentes sulfurosas primitivas, pero nunca en las secundarias. Pero ¿cómo se origina esta sustancia? Sobre micos.

Ciertos autores opinan que esta materia debe formarse enteramente en los focos en que se mineralizan las aguas; otros creen que las aguas tienen en solucion gérmenes invisibles á simple vista, y que estos gérmenes orga- esta cuestion no se han fijado completamente, los botánicos y los quí-

(1) Vauquelin; *Annales de chimie* 1801, t. XXXIX, p. 160.—Monnet; *Nouvelle hydrologie* Paris, 1772, en 12.—O. Henry y Lheritier; *Hydrologie de Plombieres*. Paris, 1855, p. 105.

(2) Bordeu; *Lettres contenant des essais sur les eaux minerales de Bearn*. Amsterdam, 1746, p. 42 y 167.

(3) Anglada clasificaba del siguiente modo la glerina: 1.° glerina en copos; 2.° filamentosa; 3.° mucosa; 4.° membranosa; 5.° zonaria; 6.° compacta; 7.° fibrosa; 8.° estalactiforme: ó considerándola respecto de su color: 1.° glerina de color blanco mate mas ó menos brillante; 2.° de color blanco sucio semitrasparente; 3.° de color rojo ó de rosa bajo; 4.° parda. Anglada; (*Eaux des Pyrenées, loc. cit.*)

(4) Fontan; *Recheveches sur les eaux sulfureuses des Pyrenées, de l'Allemagne, de la Belgique et de la Savoie*, 2.° edicion. Paris, 1853, 1.° parte, p. 460; 2.° parte, p. 275.

(5) Chenu; *loc. cit.*, t. I, p 387.

nizándose por su esposicion al aire y á la luz, originan diversas confervas de color ó no, por lo comun gleriformes y de un aspecto mucoso; lo que se observa en los manantiales, en las pilas de recepcion, en los conductos de desagüe y aun en las vasijas trasparentes espuestas á la accion de la luz.

M. Riegel (1) ha demostrado un hecho muy singular: cuando se espone al aire por espacio de un mes ó mes y medio agua saturada de hidrógeno sulfurado, no tarda en formarse un producto blanco gelatinoso, que por su analogia con la baregina de las aguas sulfurosas se ha designado con el nombre de *baregina artificial*. Esta sustancia no tiene olor ni sabor: por el calor da una materia cornea y destilada produce un desprendimiento de ácido carbónico, de hidrógeno protocarbonado, de azoe y de carbonato de amoniaco.

Los ácidos dan un precipitado blanco en su solucion en los álcalis y aun en el agua hirviendo.

El acetato de plomo dá á la larga un precipitado en copos en dicha solucion, y el azoato de plata un precipitado pardo que se produce inmediatamente con la nuez de agalla.

Con el microscopio no se percibe en ella aspecto orgánico.

Veamos ahora, segun M. Fontan, cuáles son (2) los caractéres que conviene asignar á la sulfuraria: caractéres que, segun vamos á ver, la distinguen muy bien de las *anabanas*, de los *nostochs* y de las *oscilarias*, de las que constituye un género muy afine.

La sulfuraria es un ser organizado vivo, un vejetal confervoideo, cuya organizacion se observa muy distintamente; está formado de filamentos muy delgados, cuyo diámetro varía con la edad de $\frac{1}{1200}$ á $\frac{1}{400}$ de milímetro. Su logitud, que tambien es variable, puede ser desde 1 á 2 milímetros hasta muchos centímetros, y M. Fontan ha observado que en las aguas *sulfuradas cálcicas* (Enghien, Schisnach, etc.) mas ricas en sales que las *sulfuradas sódicas*, ostenta la sulfuraria mayores dimensiones.

Los filamentos de la sulfuraria sometidos al exámen microscópico, presentan la constitucion siguiente: están formados

«1.° De un simple tubo trasparente muy liso, cilíndrico en casi toda su estension, redondeado por su estremidad libre, sin ninguna separacion aparente en su interior.»

»2.° De glóbulos ú óvulos redondeados, que tapizan completamente su interior.«

Estos globulitos son menos trasparentes que el tubo esterior; se tocan en dos puntos de su circunferencia; tienen el mismo grueso en toda la longitud del tubo, y solo parece, por la forma redondeada y ligeramente cónica del tubo en su estremidad que los glóbulos terminales son algo mas pequeños que los otros. Además hay que observar que estos glóbulos colocados comunmente los unos á continuacion de los otros en los individuos nuevos y todavía jóvenes; están mas ó menos separados hácia las estremidades de los tubos en los individuos próximos al término de su vejetacion.

Veamos ahora los caractéres que diferencian esta singular produccion vejetal de los géneros afines á ella; para lo cual creemos que lo mejor será dejar hablar á M. Fontan.

(1) *Jahrb. für pr. Pharm.*, t. VII, p. 364.—Berzelius; *Comptes rendues des progrès de la chimie*. 1846 p. 469.

(2) Fontan; *loc. cit.*, p. 85 y siguientes.

La sulfuraria puede distinguirse:

«1.° De las *anabanas*, en que estas están caracterizadas por un tubo cilíndrico lleno de glóbulos que se tocan por sus dos estremidades, y cuyo carácter específico, es presentarse de trecho en trecho algunos mas gruesos que los otros.

»2.° De los *nostochs*, en que sus filamentos están libres en una grande estension, mientras que en los *nostochs* están empastados en una mucosidad viscosa.

»En la sulfuraria el tubo es cilíndrico y los glóbulos iguales: en los *nostochs* el tubo esterior está amoldado sobre los glóbulos interiores, presentando angostaduras de uno á otro: y por último, el glóbulo terminal de los *nostochs* tiene por lo comun un diámetro doble ó triple que el de los demás.

»3.° De las *oscilarias*, en que los óvulos son de igual diámetro en cualquier sentido que se tomen, mientras que en las oscilarias el diámetro transversal de los artículos es mayor que el longitudinal; y además la sulfuraria no presenta movimiento espontáneo.»

Si no todos los autores se han fijado acerca del modo de originarse la baregina en las aguas minerales sulfurosas, tampoco están acordes sobre la evolucion de la sulfuraria, se ha observado que siempre que una agua fria ó menos caliente que otra sulfurosa se mezcla con esta en contacto del aire, se desarrollan penachos de sulfuraria muy considerables á veces, por lo general blancos, sedosos, de color verde con frecuencia en las estremidades; pero que en contacto de la luz no tarda en modificarse su color, pasando del verde al rojo, y de este al pardo

Segun M. Fontan, son necesarias para producirse la sulfuraria las cuatro condiciones siguientes:

1.ª Una temperatura menor de 30.°
2.ª La presencia de un principio sulfuroso.
3.ª La de una sustancia azoada disuelta en el agua,
4.ª El contacto del aire.

Dos de estas condiciones solas no bastan, pues que en las aguas muy calientes no se la encuentra á pesar del azufre y de la materia azoada: como ni tampoco en las aguas no sulfurosas, aunque la temperatura sea inferior á 50.°, y exista la materia azoada.

Debemos añadir que en las aguas sulfurosas muy calientes es fácil producir á voluntad masas considerables de esta conferva, haciendo por medio de mezclas que varíe la temperatura de 15.° á 40.°

El mismo autor admite además, que existe una relacion bien marcada entre la riqueza de las aguas en *sulfuro de sodio* y la proporcion de materias orgánicas que contienen: opinion con que no estan acordes todos los autores. Así es que M. Filhol, por ejemplo, adhiriéndose á la emitida antes por Anglada, no admite la relacion entre la cantidad de glerina y la elevacion del principio sulfuroso: y aun cree solamente que estas materias son arrastradas por las aguas que las toman en la superficie del terreno, llevándolas consigo para hacerlas brotar despues afuera.

Segun la opinion de muchos hidrólogos, la sulfuraria se deriva de la baregina. Esta es la que por su esposicion al aire é influencia de la luz y de cierta temperatura, dá entre otros productos aquella hermosa conferva. El Dr. Alibert no es de este modo de pensar: dice que ha visto desarrollarse la sulfuraria inmediatamente, y sin preceder la formacion de la baregina en las aguas de Ax. Nos limitamos á indicar este hecho, sin entrar aquí en mas detalles.

En 1849, M. Bonjean de Chambery (1) que tan detenidamente ha estu-

(1) *Journal de pharm. et de chim.*, 3.ª série, 1849, t. XV, p. 321.

diado la mayor parte de las aguas minerales de Saboya, dió á luz un trabajo sobre la glerina, y especialmente sobre la de las aguas sulfurosas de Aix. Hé aquí los resultados que deduce de él: la *glerina* es una planta de tejido muy fino, apretado, ondeado, y que presenta el aspecto de un *detritus* animal; se produce por la accion inmediata del aire sobre el agua de azufre: espuesta al aire adquiere olor infecto y á la larga color pardo: Cree M. Bonjean que entonces constituye la variedad que Anglada designa con el nombre de *glerina parda*. Apénas contiene azufre, no pudiéndosele descubrir sino por medio del éter; porque echada sobre las ascuas no desprende el menor olor sulfuroso. Poniéndola en contacto con dicho vehículo, y evaporado este da granos muy menudos, amarillos y brillantes de azufre sumamente puro, los cuales echados sobre las ascuas arden con llama azul desprendiendo gas sulfuroso.

Cuando las aguas de lluvia ú otras estrañas al manantial se mezclan con el agua de azufre, dán orígen á la *gleridina*, materia gris, inodora é insípida, que no se pudre por su esposicion al aire, y que calcinada da un gas que restituye el color azul al tornasol enrojecido.

Por último, poniendo a escurrir sobre un filtro la glerina blanca, depone el líquido á los tres ó cuatro dias una especie de escamitas cristalinas, á las que por su hermoso viso violado se ha dado el nombre de *zoyodina*.

En la sesion celebrada en 1855 por la sociedad de hidrologia, se han presentado algunas memorias interesantes sobre la naturaleza de esta misma sustancia contenida en las aguas sulfurosas. M. E. Lambron (1) admite en las aguas de Luchon una materia orgánica particular la *hidrosa*: además llama *sulfurina* á una materia concreta é insoluble procedente de la descomposicion de la sulfuraria, y *sulfurosa* á la porcion que se disuelve en las aguas.

M. Cazin (2) considera la *pireneina* materia glerosa contenida en las aguas sulfurosas, como formada:

1.° De *sulfuridrina*, porcion disuelta ó esclusivamente peculiar de las aguas sulfuradas de formacion geológica como la de los Pirineos, é íntimamente ligada con su constitucion primitiva.

2.° De *sulfomucosa*, modificacion de la anterior, mediante una disminucion de presion, y sobre todo por la accion del aire.

3.° De *sulfodipterosa*, que contiene un depósito cristalizado en prismas, y que proviene de una deshidratacion de la sulfomucosa. Ni una ni otra, dice el autor, son un producto de descomposicion de la *sulfuraria*.

«En efecto, añade, no teniendo esta en rigor necesidad mas que de la presencia del azufre para organizarse en un medio acuoso, su elemento fitogénico indispensable se manifiesta igualmente en las aguas que emanan de terrenos secundarios ó terciarios, sulfidricados, sulfurados y cálcicos, en los que no se halla el menor vestigio de las primeras sustancias.»

Las aguas sulfurosas no son las únicas en que se encuentran las sustancias confervoideas, pues que tambien las hay en las salinas de diferentes géneros: y M, Fontan, que ha continuado sus investigaciones microscópicas sobre las materias orgánicas de los principales manantiales minerales de Alemania, de Prusia, de Bélgica y Saboya, haciendo un estudio comparativo con las de los Pirineos. ha visto:

1.° Que en algunas aguas análogas se hallan las mismas confervas,

(1) *Annales de la Societé d'hydrologie*. 1855, t. I, p. 251.

(2) *Id. id.*, p. 255. Es sensible que M. Cazin no haya dado pruebas, que sepamos, en apoyo de su aserto: nos hubiéramos holgado de verle manifestar por lo menos la reproduccion de las que ha podido examinar con el microscopio, ya que no esponer las sustancias que dice haber aislado en las aguas sulfurosas.

cuando la naturaleza del terreno y las sales contenidas en el agua es idéntica: de este modo ha demostrado la semejanza del *fucus thermalis*, descubierto en 1750 en el agua mineral de Dax por Secondat, y antes en 1748 en la de Bath, en Inglaterra, por Sulh, con la conferva de las aguas de Neris.

2.° Que cuanto mas ricas son de sales las aguas, mas progresan en ellas las confervas; asi es que las de las *aguas salinas*, y sobre todo las de las *cloruradas* están mejor desarrolladas que las que se encuentran en las aguas sulfurosas y en las ferruginosas.

En las aguas de Salies (Bearn, Bajos Pirineos), y en las de Salies (Alto Garona), se halla una conferva abundante en todas las aguas cloruradas, á saber, el *scytosiphon fusiforme*, semejante á las *ulvas marinas*. Presenta en su superficie esterna una sustancia verde aplicada por capas cuadriláteras bastante regulares, encerrada en una película. pero no dentro de un tubo como se observa en las confervas de agua dulce. En las aguas cloruradas sódicas que acabamos de citar existen *bacilarias* implantadas á trechos, iguales á las que en Kreutsnachs (Alemania), se ven implantadas en las *zygnemas* (Fontan).

En las aguas salinas de Bagneres de Bigorre se han reconocido las confervas siguientes:

1.° *Oscillaria major.*
2.° *Oscillaria nigra.*
3.° Una especie de *scytonema.*
4.° Una conferva llamada { *conjugata angulata* (Vaucher). / *Zygnema genuflexum* (Lingbie).
5.° Una conferva llamada { Conjugata porticalis (Vaucher). / Zygnema quininum (Lingbie).

Tambien se han reconocido muchas oscilarieas en la fuente del *alumbre* de Aix en Saboya.

En Plombieres se organiza poco á poco una verdadera sustancia mucilaginosa que presenta segun MM. O Henry y Lheritier los caracteres siguientes: (1) «Esta materia afecta diferentes estados, unas veces está disuelta en el agua y no aparece sino en el curso de ciertas operaciones: otras está libre y se la puede recojer sobre la roca granítica donde espontáneamente se separa. Así se la encuentra en la gruta de Muller, en el punto por donde brota el manantial de este nombre. En este caso se manifiesta bajo la forma de una sustancia acuosa, blanco-agrisada, sin sabor ni olor, untuosa al tacto y muy semejante á la clara de huevo lijeramente espesada. Se puede conservar por largo tiempo esta materia orgánica sin que esperimente la menor alteracion. Nosotros la guardamos hace dos años y presenta todas las cualidades que tenia cuando la recojimos: sin embargo sucede á veces que con el tiempo toma un lijero viso rosado y deja desprender un olor sulfídrico muy marcado, lo cual depende sin duda de la reaccion de su principio orgánico sobre los sulfatos que puede contener »

Por último en las aguas de Vichy la materia orgánica, examinada con toda escrupulosidad por nuestro estimable y malogrado colega Ch. Petit (2), está formada de dos confervas á las que M. J. Haime asignó los nombres de *Ulotrix Vichyensis* y *Navicula Vichyensis*; clasificadas despues por M. Montagne (3) en la familia de las *zoosporeas*, órden de las *confervcas*, la primera, y en la de las *diastomaceas* la segunda.

(1) O. Henry y Lheritier; *Hydrologie de Plombiéres, loc. cit.*, p. 105-107.
(2) Ch. Petit; *De la matiére organique des eax de Vichy*, en los *Annales de la Societé d'hydrologie.* 1855, t. I, p. 252.
(3) Montagne; *Sylloge generum specierumque criptogamarum.* Paris, 1856, p. 461 y 471, en 8.°

Terminaremos este artículo con la lista de las principales confervas reconocidas hasta el dia en las aguas minerales.

AGUAS.	ESPECIES.	NOMBRE de las estaciones.	CONFERVAS.	OBSERVACIONES.
Salinas	Sulfatadas.	Audinac. Dax. Bagneres de Bigorre. Neris. Montmirail (Vaucluse).	Nostochs Bacilarieas. Anabanas. Oscilarieas. *Oscillaria major.* *Oscillaria nigra.* Zygnemas *genuflexum* *quininum.* Scytomena y bangia Fragilarias. Navículas. Conjugadas *Conjugata porticalis.* *Conjugata angulata.* Ulváceas.	Estas diferent confervas han dado entre otros principios: Carbonatos y fosfatos térreos, sílice y silicatos, materia azoada, yodo y bromo, arsénico, hierro, manganeso, azufre, cloruro sódico; sales de potasa, etc.
	Cloruradas.	Salies.	Scytosiphon fusiforme. Zynema. Bacilarias.	
Alcalinas.	Silicatadas.	Plombieres. Evaux. Chabetout.	Ulváceas.	
Bicarbonatadas acídulas.	Calizas sódicas	Royat Vichy. Cusset. Vals.	Nostochs. Ulotrix. Navícula. Anabanas. *Vichyensis.*	
Ferruginosas.	Crenatadas.	Forges - les - Eaux en Normandía	Protonema *simplex.*	
Sulfurosas.	Sulfídricas.	Allevard. Saint-Honoré.		
	Sulfidratadas sódicas.	Bareges. Cauterets. Bagneres de Luchon. Olette. Vernet	Baregina (Pyreneina, glerina). Sulfuraria.	
	Sulfidratadas calizas	Challes (Sab.) Schinack. Enghien. Pierrefonds. Euzet.		

Fácil es convencerse por la lectura de lo que hemos espuesto relativamente á la historia de las confervas de las aguas minerales, de la urgente necesidad de estudiar mas profundamente esta materia. Tal variedad de nombres y la predisposicion de cada autor á designar con una nueva denominacion sustancias que con frecuencia son homogéneas y semejantes no contribuyen á nuestro modo de ver mas que á oscurecer tan interesante

cuestion. Por lo que creemos que seria de desear que hombres competentes en la materia hiciesen investigaciones mas completas sobre esta parte de la hidrologia.

Los importantísimos datos que nos suministran hoy la análisis química y el microscópio tal vez ayuden á descorrer el velo con que la naturaleza nos oculta tantos secretos maravillosos.

De los animales y en particular de los infusorios que viven en las aguas minerales.

No son las sustancias vegetales que acabamos de recorrer los únicos seres organizados que contienen las aguas minerales: se encuentran tambien en ellas un gran número de animales, especialmente de los infusorios de formas variadas ó algun tanto indecisas. Ocupémonos pues desde luego de estos animales muy inferiores en la escala de los seres animados. Aunque solo perceptibles con el microscopio, no parece que dejan de tener accion sobre la naturaleza del agua. En efecto, segun algunos autores y entre ellos M Morren (1) ejercen reaccion ya sobre la misma agua, ya sobre algunos principios de naturaleza orgánica contenidos en ella, y desprenden grandes cantidades de oxígeno puro.

Sin embargo, debemos decir que no en todas las aguas existen estos animalillos: la naturaleza del líquido, su curso mas ó menos rápido, la presencia de algunas materias orgánicas y por último la accion simultánea del calor y la luz son otras tantas causas que hacen variar sus proporciones. Así el agua de mar tan rica en cloruro de sódio y que sin cesar se halla en movimiento, no ha presentado á M. Morren (2) mas que cantidades insignificantes de animalillos microscópicos á pesar de todo el cuidado puesto en su exámen. La adicion de ciertas sustancias, como sal marina, ceniza, alcool, basta para matarlos y precipitarlos al fondo del agua.

Las aguas de rio los producen de un modo mas notable; así es que segun las observaciones del Dr. Donné sobre las aguas potables de Lyon (3), las del Ródano y las del Saona, se descubren en ellas con el microscópio una gran cantidad de animalillos infusorios (*vibriones*, *monadas*, *volvoces*) abundantes sobre todo en la estacion caliente, porque cuando la atmósfera está á menos de 0° se verifica mal su generacion.

Hemos dicho anteriormente que todas las aguas, aun la destilada comun, abandonadas á si mismas no tardan en dar origen á una materia orgánica en copos que Priestley fué el primero que denominó *materia verde* en razon de su color y que se ha clasificado entre las confervas. Esta sustancia singular se ha estudiado despues con gran cuidado; y de las esperiencias de R. Wagner, resulta que contiene muchos restos de infusorios muy elementales, del nombre *englena viridis*.

Otra englena, la *englena sanguínea*, es la que segun M. Ehrenberg tiñe de color rojo las aguas de lluvia. Este fenómeno hace mucho tiempo que habia llamado ya la atencion de los observadores: (4) la coloracion roja del Nilo atribuida á una lluvia de sangre y la produccion de la nieve roja, parece que no reconocen otra causa.

La coloracion de las aguas puede variar: así es verde, bajo la influen-

(1) O. Henry; *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1845-46, t. XI, p. 443.
(2) *Annuaire des eaux de la France, introduction*. XLIX.
(3) Dupasquier; *Des eaux des sources et des rivières comparées sous le rapport hygienique et industriel*. Paris-Lyon, 1840, en 8.°, p. 340.
(4) Chladni; *Feuermeteore*. 1819.—Robert-Brown; *Memoires*. 1825, t. I, p. 543-571.—Ehrenberg; *Memoires de l'Academie de Berlin*. 1829, p. 13.—Mandl. *Traité du microscope, suivi de recherches sur les animaux infusoires*. Paris, 1839, p. 447-456, en 8.°

cia de los infusorios siguientes: *monas bicolor, uvella bodo, crypto-monas glauca, englena viridis, chlamidomonas pulvisculus* y otros.

Los *arthrodesmus quadricaudatus y pectinatus, euastra, closteria, stentor polymorphus, et vorticella chlorostigma*, forman capas gruesas en la superficie de los objetos que se hallan en el agua. El género *stentor cæruleus* forma otras semejantes de color azul; el *stentor aureus*, naranjadas; la *gallionela ferruginea, naviculæ y gomphonemata* de color de herrumbre.

Segun M G. Gros (1) las englenas esperimentan en su existencia, fenómenos de transformacion sumamente curiosos. En ciertos casos se encierran en una especie de capullos, despues dan lugar á infusorios de un órden mas elevado (*rotadores, nematoides*); en otras circunstancias se fraccionan, dividiéndose en 2, 4, 8... 64 celdillas iguales que en su mayor parte, lo que es muy singular, se convierten en confervas, mientras que otras dan: 1.° *naviculas, desmidianos, zygnemianos* que se estinguen sin descendencia. 2.° animalillos utriculosos, *verticelas, plæscomianos, oxytricados*, que por sus metamórfosis pueden producir especies ascendentes capaces de multiplicarse por division espontánea.

Segun el mismo autor, la luz desempeña un papel muy importante en esta singular evolucion: en efecto, en la oscuridad, las englenas toman la direccion animal, mientras que á la luz se convierten en vegetales.

M. Turpin (2) ha examinado al microscópio la baregina y ha hallado animalillos infusorios rotatorios unas veces enteros, otras en pedazos. M. Filhol (3) sobre todo ha reconocido la presencia de estos infusorios en la baregina de Cauterets y en una materia gelatinosa recojida en las paredes de la galeria Lachapelle en Bagneres de Luchon. Este químico ha demostrado además en los restos de las confervas, numerosos infusorios (*leucophras, anquilulas* análogas á las del vinagre, é *h datides*.) La sustancia gelatinosa se habia depositado por el agua fria no sulfurosa.

Se admite tambien que el color rojo ó de rosa que tiene en algunos casos la baregina es debido á la presencia de las monadas bastante frecuente en muchas aguas de los Pirineos y especialmente en Salies, en que MM. Fontan y Joly han indicado el *monas sulfuraria*.

La evolucion de estos seres singulares se verifica generalmente en medio de la materia orgánica: referiremos en algunas líneas las observaciones que nos ha sugerido el exámen microscópico de los infusorios contenidos en las sustancias confervoideas de Plombieres.

»Vista al microscópio esta materia orgánica, se presenta con el aspecto de masas agrisadas, amorfas, en medio de las cuales se descubren cristales aciculares y algunas veces animalillos infusorios, ya globulosos, ya oblongos segun los movimientos que ejecutan. Circulan al rededor de los islotes de materia vegeto animal, lo mismo que los peces: una de sus estremidades presenta un pequeño apéndice que parece servirle de tentáculo: el borde de su cuerpo es mas trasparente que el medio en que se distinguen glóbulos opacos, amarillentos en algunos puntos y negruzcos en otros. Estos infusorios verifican muchos movimientos, giran algunas veces sobre sí mismos como una peonza, otras veces se repliegan como las sanguijuelas; se los ve tomar la forma globulosa por la contraccion de sus estremidades ó estirarse para pasar entre dos cuerpos que les pongan obstáculo. No todos tienen el mismo tamaño: los mas pequeños son mas trasparentes y saltan

(1) Marchand; *Des eaux potables*, en *Memoires de l'Academie de medecine*, t. XIX, p. 179.
(2) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*. 1835, t. II, p. 17.—*Annales des mines*, 3.ª série, 1836, t. IX, p. 464
(3) Filhol; *loc. cit.*, p. 176.

con mas lijereza que los mayores. Algunas veces se aproximan entre sí, siempre por su estremidad táctil y en cuanto llegan á tocarse, se retiran prontamente hacia atrás con una rapidez estraordinaria.» (O. Henry y Lheritier.)

Las interesantes investigaciones microscópicas de M. Ehrenberg de Berlin (1) han dado á conocer un gran número de especies de infusorios en muchos depósitos. Casi todos los fósiles que existen en los *trípolis*, dependen de la familia de las *bacilárieas*, y en cuanto al hierro limoso de los pantanos se halla enteramente formado de *gallionella ferruginea*. La mayor parte de estas especies son lacustres; sin embargo, hay algunas marinas como sucede con el trípoli de la Isla de Francia.

Los infusorios no son los únicos animales que se encuentran en las aguas minerales, los peces, los moluscos, los crustáceos y los insectos contribuyen tambien con su contingente á la fauna hidrológica. Asi en muchos casos se ha atribuido el color rojo ó anaranjado de algunas aguas de las salinas á la presencia de pequeños crustáceos. Por su parte, M. Dunal (2) ha hecho ver que en los pantanos salados esta coloracion es debida á un alga el *protococcus salinus* ó *kermetinus*.

Entre los moluscos, los que se encuentran pertenecen á la clase de los gasteropodos pectinibranquios. En el agua de Albano que tiene unos 80° se han encontrado ciertos *bucinos*: la *nerita prevostina* y la *melanopsis audebardi* se han hallado en la de Bade, en Austria (36° C.); el *turbo thermalis* se ha descubierto tambien en fuentes de la temperatura de 50°. Añadiremos que las *neritas* y las *ceritas* viven en general en las aguas dulces, y que ciertas especies son muy abundantes en los rios.

Mencionaremos ahora varios mariscos muy abundantes en algunas aguas, los cuales dan lugar á incrustaciones, capaces de obstruir completamente los tubos de conduccion. Con este motivo, creemos deber estractar de una interesante memoria de M. M. Boutron y Boudet (3), sobre las aguas potables, una nota debida al sábio profesor M. Valenciennes. Las concreciones que examinó procedian del canal del Ourcq, y eran producidas por un pequeño molusco, reconocido ya en las aguas de muchos parajes de Europa.

«Este molusco, dice M Valenciennes, observado primero por Pallas en las aguas de la Prusia oriental, le ha llamado este viajero *myrtilus polymorphus*. Despues se ha encontrado en el Danubio y en Pesth, en Hungría. Los alemanes le han llamado *tichogenia fluviatilis*. Recientemente en una nueva memoria, un profesor de Lovaina le ha denominado *dresseina polymorpha*.

»Ahora es muy abundante en Holanda y en los grandes diques de Lóndres, donde es tan perjudicial como en los tubos de Paris alimentados por las aguas del Ourcq.

»Yo he visto los tubos del museo de historia natural enteramente obstruidos por este molusco; se multiplica con una rapidez asombrosa, y yo he puesto en las galerías una rama de árbol que habia caido en una de las pilas y estaba cubierta de estos moluscos: hasta ahora lejos de producir alguna utilidad, son perjudiciales.

M Chernn, en su obra sobre las aguas minerales, ha referido sobre este asunto que nos ocupa algunos hechos de los que tomamos muchos detalles.

(1) *Annales des mines*, 3.ª série, 1837, t. IX, p. 456.—1840, t. XVII, p. 605.
(2) *Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1838, t. XXIV, p. 670.
(3) *Id. id.*, 3.ª série, 1854, t. XXV, p. 401.—1854, t. XXVI, p. 16-104.

M. Cotta (1) ha publicado investigaciones sobre la naturaleza de los animales hallados en las aguas de Carlsbad.

En Hammam-Meskoutine (2) cuya agua tiene una temperatura de 48° se ve gran cantidad de barbos (*cyprinus barbutus*), que viven perfectamente á pesar de esta elevada temperatura. Añadiremos que á orillas de este manantial se crian adelfas que presentan una floracion precoz y datileros vigorosos (Tripier).

Se citan otros muchos hechos análogos y muy notables: así en Poorec en Bengala, M. Cleland (3) ha hallado en un agua termal peces de especies carnívoras, lo cual indica que hay otros seres animados en ella. Segun M. Humboldt, el Chimborazo vomita á 79° R. peces vivos. Un hecho análogo se observa en los *geysers* de Islandia. Podríamos multiplicar las citas, pero nos limitaremos á añadir que si bien es cierto que en estas aguas viven los animales en medio de una alta temperatura, tambien lo es que están padeciendo de contínuo. Además diremos que ciertas aguas cargadas de principios mineralizadores muy enérgicos, son en estremo dañosos para los animales; con cuyo motivo debemos hacer mencion del agua de Rio Vinagre, que abundando en acidos sulfúrico y clorídrico no contiene pescado alguno en el espacio de cerca de cuatro leguas.

Hay aguas que contienen además ranas y muchas especies de insectos. Ya á mediados del siglo XVII Granville (4) habia reconocido en el agua de Bath *ciertas moscas negras con alas ocultas*. M. Chenu opina, y nosotros con él, que estas pretendidas moscas eran sin duda coleópteros de la familia de las hidrocantárides, y añade que la presencia de tales insectillos en esta agua da motivo á suponer que deben de existir en ella otros mas pequeños que les sirvan de alimento (5).

CAPITULO SEXTO.

DE LA TERMALIDAD DE LAS AGUAS MINERALES.—DE LAS DIVERSAS TEORÍAS CON QUE SE HA QUERIDO ESPLICAR EL CALOR PROPIO DE LAS AGUAS TERMALES; DE LOS PROCEDIMIENTOS É INSTRUMENTOS EMPLEADOS PARA MEDIR CON EXACTITUD LA TEMPERATURA DE LOS MANANTIALES.

Se da el nombre de *termalidad* de las aguas á la temperatura mas ó menos alta que presentan en su punto de emergencia, y á la cual con justo título se ha atribuido parte de su accion terapéutica.

El grado de calor de las aguas ha sido causa de que en todo tiempo se las haya dividido en dos grandes clases:

1.ª *Aguas frias.*

2.ª *Aguas calientes ó termales.*

La temperatura de las primeras varía desde 0° hasta unos 20° centígrados; entre las segundas las hay que llegan á los 100° y aun 110°.

En Francia no las hay tan calientes, pues las que mas no pasan de 75° ó 80°. El manantial de Aigues-Chaudes (Cantal) tiene 81° C.; pero en el estranjero las vemos de temperaturas mas altas, como el agua de Malha en

(1) *Comptes rendues de l'Academie des sciences*, 2 nov., 1835, t. XLI.

(2) *Journal de chimie medicale*, 2.ª série, 1840, t. VI, p. 274.—*Bulletin de l'Academie de medecine*, 1838-39, t. III, p. 889.—1844-45, t. X, p. 1001.—1852-53, t. XVIII, p. 1086.

(3) *Annales des mines*, 3.ª série, 1839, t. XV, p. 567.

(4) *Transactions philosophiques de Londres*, 1669, n.º 49.

(5) La familia de los hidrocantárides ó *hydradephaga* se compone de insectos acuáticos carniceros entre los que se cuentan los dysticos, los gyrinos ó tormiquetes acuáticos, etc.

Kamtschatska, que tiene 100°, y la del gran geyser d'Islandia, que varia de 110° á 120°.

La temperatura de las aguas frias abundantes es sensiblemente la misma en todas las estaciones del año: en nuestro hemisferio llega generalmente á su máximum en el mes de setiembre y á su mínimum en el de marzo. La diferencia entre ambas épocas es de 1 á 2 grados. Además la temperatura media de los manantiales es, como la de las capas de tierra que atraviesan, algo mas alta que la media del aire. En las latitudes estremas ha comprobado M. Vahlenberg. que este esceso puede ser de 3 á 4 grados. Hay observaciones que dan por el contrario motivo para pensar que en la zona tórrida la temperatura media del aire es mayor que la de los manantiales (1).

Esta termalidad ha llamado en todos tiempos la atencion de los observadores, y se han propuesto muchas teorías para esplicar su causa, algunas de las cuales son tan singulares, que no es posible considerarlas sino como observaciones del entendimiento: tal es la de Bullmann (1822), que en su descripcion de las aguas de Wiesbaden, supone que el globo terrestre es un animal dotado de vitalidad, y que las aguas son parte de sus secreciones.

Veamos entre estas teorias cuales son las que ofrecen mas interés.

1.ª Unos admiten que este calor es debido á la accion de los volcanes en actividad: teoria sostenida por Nicolás (2) y posteriormente por Berzelius. (3)

Este modo de ver se funda en los motivos siguientes:

a. Los principios mineralizadores hallados en las aguas termales son los mismos que los que nos presentan las materias vomitadas por los volcanes.

b. La temperatura decrece á medida que aumenta la distancia al núcleo de las rocas volcánicas como se comprueba en los Pirineos y los Apeninos (Lheritier.)

2.ª La influencia de los volcanes apagados fué admitida tambien como causa de la termalidad de las aguas por Monnet (4) y despues por Berzelius (5) que por ella esplicaba la termalidad de las aguas de Bohemia y de la Auvernia.

3.ª Lemery (6) atribuia este calor al de los fuegos subterráneos ó de las tierras sulfurosas. Segun él ciertas aguas tomaban este calor de una cal natural que encontraban á su paso en las entrañas de la tierra, cal que no era otra cosa mas que una piedra calcinada por los fuegos subterráneos.

4.ª Termofilo, discípulo de Pitágoras, opinaba que el calor de las aguas era debido á la influencia del sol: opinion que cae por sí misma sin mas que considerar el gran número de aguas frias que existen en la superficie de la tierra.

5.ª Se indicó tambien como causa el calórico desprendido por las combinaciones químicas, y se admitió que era debido á la de los diferentes ácidos y bases que contienen las aguas minerales. Esta opinion emitida por Cesalpino (7) fué despues (1821) modificada por Salaignac (8), el cual ad-

(1) Pouillet; *Elements de physique et de meteorologie*. Paris, 1853, 6.ª edicion, t. II, p. 659, en 8.°
(2) Nicolás; *Dissertacion chimique sur les eaux de Lorraine*. Nancy; 1778, p. 2, en 12.°
(3) *Analyse des eaux de Carlsbad*, en *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1825, t. XXVIII; p. 385.
(4) Monnet; *Nouvelle hydrologie*. Paris, 1774, p. 69, en 12.
(5) Berzelius; *Anal. des eaux de Carlsbad, loc. cit.*, p. 384, y *Traité de chim.* Paris, 1829, t. I, p. 411' en 8.°
(6) *Memoires de l'Academie royale des sciences de Paris*. 1700.
(7) Cesalpinus; *De metallicis Libri tres*, lib. I, c. 7. Nuremberg, 1602, en 4.
(8) *Dictionnaire des sciences medicales*. 1821, t. LV, p. 97.

mitió la hipotesis de dos canales que iban á parar al mismo manantial, conteniendo el uno los ácidos y el otro los álcalis: y segun él, en su punto de union es en donde se verifica el desprendimiento de calor. Es verdad que en toda combinacion se produce calórico, hecho perfectamente averiguado y sancionado por la ciencia, y en el que hace mucho tiempo se han fijado los químicos: pero esta cantidad de calórico es proporcional á las masas de las sustancias que se ponen en accion; y en las aguas aun las mas cargadas de principios mineralizadores de los que apenas contienen algunos gramos por litro ¿es probable que sea tan considerable el calor que baste á elevar hasta 50°, 60° y aun 80° su temperatura? Nosotros por lo menos no lo creemos así:

6.ª Tambien se ha esplicado el fenómeno por la combustion de las piritas en las entrañas de la tierra: Etmuller en 1686, F. Hoffmann en 1708, Berger en 1709, Geofroy en 1724, Schutte en 1732, Valmont de Bomare en 1760, Becher en 1770, Monnet en 1772, Macquer en 1778 y Gioanetti en 1772 sostuvieron cada cual á su vez esta opinion combatida despues por gran número de naturalistas y de químicos, entre ellos Humboldt (1) y Anglada. (2) Sea de esto lo que quiera, no se puede negar que en ciertas localidades, como por ejemplo, en Cransac, no tenga esta combustion cierta influencia, pero esto puede ser cierto en algunas circunstancias, sin que por eso deba admitirse en tésis general. Lo mismo sucede con la combustion lenta de la ulla (P. Dubé (1649), Verner y Nicolás) (3) á la que se atribuye la termalidad de muchas aguas bien conocidas, Luxeuil, Plombieres, Bourbonne y aun las de Vichy que segun ciertos geólogos adquieren su calor de los bancos de ulla de Saint-Etienne que corren por debajo del departamento de l'Allier. En 1789 Klaproth (4) habia admitido tambien esta hipótesis respecto del calor de las aguas de Carlsbad, pero fué combatido por L. de Buch (5) que pretendia que en el caso en que la ulla estuviese en combustion, habria continuamente un desprendimiento de productos gaseosos por las hendiduras, con un depósito de cloridrato y de sulfato de amoniaco, de azufre y de varias sustancias que no se encuentran en este pais.

7.ª Se han propuesto para esplicar este fenómeno ciertas fermentaciones que se verifican en las entrañas de la tierra. (Piton (1678), J. B. Borie (1714), Lemaire (1740)

Nicolás Venette (6) (1691) esplica tambien del modo siguiente el calor de las aguas. «Tambien esta agitacion del espiritu fermentativo ó esta fermentacion (causa de los volcanes) es la que calienta el agua y el aire que se encuentran en los autros y cavernas, y la que hace que salgan algunas veces tan calientes las aguas minerales que apenas podemos tener en ellas la mano,» etc.

8.ª Martinet, Steffens (1803), Fodéré (1820) (7), Socquet (1824), suponen que las montañas pueden considerarse como pilas eléctricas poderosas, capaces de descomponer hasta los terrenos y de hecer solubles ciertos compuestos salinos de que se apoderan las aguas que los atraviesan. Este calor, segun Davy, es debido á la descomposicion del agua y al aislamiento de los metales por la descomposicion de las tierras y de los álca-

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1824, t. XXVII; p. 151.
(2) Anglada; *Première memoire sur les eaux sulfureuses*. Paris, 1827, p. 15.
(3) Nicolás; *Dissertation sur les eaux de la Lorraine, loc. cit.*, p. 2.
(4) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1825, t. XXVIII; p. 228.
(5) *Ein Beitrage zu einer mineral Beischreibung der Carlsbader Bergmanische.—Journal de Freiberg.* 1792, p. 584.
(6) N. Venette; *Traité des pierres qui s'engendrent d aus les terres et dans les animaux*. Amsterdam, 1701, p. 86, en 8.°
(7) Fodéré; *Memoire sur les eaux des Vosges.—Journal complementaire des sciences medicales*, t. V, p. 289.

lis, cuya teoria se ve apoyada por algunos ejemplos de montañas que hace muchos años tienen propiedades eléctricas y magnéticas que se demuestran facilmente con auxilio de la aguja imantada. (1) A esta teoria se opone el siguiente hecho: ¿cómo admitir en semejantes montañas manantiales frios que al lado de las fuentes termales no hayan esperimentado la influencia de esta alta temperatura?

Anglada (2) sostuvo con energia una teoria análoga: segun este ilustre químico, las capas terrestres funcionan como verdaderos aparatos electromotores y esta hipótesis permite esplicar la *calefaccion de las fuentes termales, su frecuencia en ciertos sitios, la perseverancia y uniformidad respectiva de las temperaturas, la constancia de la composicion química, el origen de algunos de sus ingredientes y las variaciones de que son susceptibles.*

10. Los antiguos, desde Empedocles (3) discípulo de Telanges que á su vez lo fué de Pitágoras, admitian que el centro de la tierra es un inmenso foco en que todas las sustancias esparcidas sobre nuestro globo están en plena fusion. Esta hipótesis del fuego central que despues adquirió muchos partidarios, Solenander (1558), Bernardo de Palissy (1560) (4), Falopio (1564), Kircher (1664), Bacot de la Bretonniere (1712), Mairan (1720), Rigaudot (1724), Bordeu (1750), Buffon (1760) y France (1764) volvió á adquirir gran boga á fines del siglo último y á principios del actual.

Jacobo Callet (1716) habia comparado este fuego central á un sol interior oculto en el seno de la tierra.

Otros autores, Fabry de Tolosa (1624), Paul Dubé (1649), J. Decombes (1650), Luis Arnaud (1705) creen que este fuego está en forma de ascuas pero sin llama.

Fourier (5) en una memoria que publicó en 1824 sobre la temperatura del globo terrestre y la de los espacios planetarios, admite que la tierra ha conservado en el interior de su masa, una parte del calor primitivo que contenia cuando se formaron los planetas.

Los primeros ensayos que se hicieron con objeto de saber si esta teoria era la verdadera, fueron ejecutados por Gensanne (1740) en una mina de plomo de las cercanias de Béfort en Giromagny. En 1785 de Saussure los hizo en las salinas de Bex, en Suiza, y Humboldt en 1791 pudo observarlo hasta una profundidad de 1713 pies en las minas de plata de Méjico, (6) habiéndolo antes esperimentado con Freiseleben en las minas de Freyberg. En seguida examinó del mismo modo la temperatura de las minas de Beyreuth. (7) En la misma época y despues de él prosiguieron este mismo género de estudios otros observadores; primero Dunn, en Inglaterra (1790), despues Daubuisson (8) que lo esperimentó en primer lugar en el Freyberg (1802) y en las minas de Poullaouen y de Huelgoat (1820), Fox (1819) (9) en las de Cornouailles; citaremos en pos de ellos á Trebra (1815), despues á Roberto Bald (1819) (10) que dirijió sus investigaciones sobre muchas minas de la Escocia, Reisch (1830), y por último M. De la Rive, que casi en

(1) Anglada; *loc. cit.*, p. 18 y 20.
(2) Id.; *Id. id.*, p. 17.
(3) Art. *Thermales* ; *Dictionnaire des sciences medicales*, edic. Panckouke, 1821, t. LV, p. 96.
(4) Respecto de Bernardo de Palissy nos detendremos un momento. En su importante obra sobre las *Aguas y las Fuentes*, el célebre artista habia esplicado perfectamente la causa de la mineralizacion de las aguas y de la de los pozos artesianos y saltadores, y segun él, al fuego central y á la fuerza reducida á vapor son debidos los volcanes y los temblores de tierra. (*Obras de B. Palissy*. Paris, 1777, p. 245, en 4.°)
(5) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1824. t. XXVII, p. 136.
(6) *Traité des moffetes*. Ueber die Grubenwetter. 1799. p 97.
(7) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1820, t. XIII, p. 185-190.
(8) *Ibid.*, p. 207.
(9) *Ibid.*, p. 200.
(10) *Ibid.*, p. 204 y *Edimburg phylosophical Journal*, n.° 1, 1819, p. 134.

la misma época operó en un pozo situado en Pregny, cerca de Ginebra. Pero principalmente debe la ciencia interesantes resultados á los trabajos que emprendieron Arago, Dulong y M. Walferdin. (1) Despues de numerosos ensayos practicados en 1839 y 1840, por una parte en las cuevas del observatorio de Paris, y por otra en las sondas del pozo artesiano de Grenelle, se demostró que el calor aumenta: 1.° C. en cada 31 ó 32 metros de profundidad, lo que equivale á 0°,31 á 0°,32 por metro. Segun esta base se tendrá que admitir que para hallar el agua hirviendo debajo de París, se necesitaria una profundidad de 2,900 metros. (2)

Sin embargo, la elevacion de temperatura no aumenta siempre en una proporcion fija; así M. Cordier (3) en un importante trabajo leido á la Academia de ciencias en 1827 sobre las minas de Decise (Nievre), de Carmeaux (Tarn) y de Litry (Calvados) hizo notar que el aumento de temperatura puede ser de 1° por cada 15, 30 y aun 45 metros. Pero deberemos decir que es muy diferente operar de un modo directo en las minas, ó de una manera indirecta en las sondas, porque existen en el primer método de esperimentacion muchos riesgos de error muy difíciles de eliminar, y que son debidos:

1.° A la presencia de los obreros y de los observadores.
2.° A la combustion de las lámparas empleadas en la mina.
3.° A los petardos con que se facilitan las esplosiones.
4.° Al aireado y á la ventilacion.
5.° A la presencia de las aguas en las minas.

Es verdad que se ha procurado obviar los inconvenientes, empleando el cálculo: pero los resultados obtenidos no carecen tampoco de error. En los aforos hay menos incertidumbre en los resultados, y con buenos instrumentos puede llegarse á una gran aproximacion. Así, segun M. Walferdin, las cifras obtenidas en último lugar en los pozos de Grenelle, es decir, á partir de 400 hasta 547 han dado una indicacion precisa. Muchos geólogos y M. Herpin en particular han emitido la opinion de que la conductibilidad mayor ó menor del terreno desempeña un papel importante en el aumento de temperatura á medida que se penetra en el centro de la tierra; pero resulta de las observaciones de M. Walferdin, segun las esperiencias que ha emprendido en Sain-André (Eure) (4) en los pozos de la escuela militar y en los de Grenelle (5) en París, y por último en Mondorff, en el gran ducado de Luxemburgo (6), en las partes superiores de los terrenos secundarios, es decir, desde la creta, hasta la parte inferior de las margas irisadas, resulta, diremos, que el crecimiento es bastante uniforme y no varia mas de 1° por cada 30 á 32 metros. La tabla siguiente lo indica perfectamente. (7)

POZOS ARTESIANOS.	PROFUNDIDAD.	TEMPERATURA.	AUMENTO DE 1.° EN CADA
Escuela militar.. . .	137 metros.	16.°,40	30m ,85
Saint--André (Eure).	253 —	17.°,95	30 ,95
Grenelle..	400 —	23.°,30	31 ,50
	400 —	23.°,75	30 ,87
	505 —	26.°,45	32 ,30
Mondorff.	502 —	25.°,65	31 ,04

(1) *Comptes rendues de l'Academie des sciences.* 1837, t. IV, p. 783-977.
(2) En el cálculo, se cuenta la temperatura media de Paris á la superficie del suelo por 10°,7, y la del Observatorio en las cuevas, á 28 metros de profundidad, igual á 11°,7.
(3) *Memoires du Muséum d'histoire naturelle de Paris,* 8.° año, cuad. 3.°, t. XV, p. 161.
(4) *Comptes rendues de l'Academie des sciences.* 1838, t. VI, p, 503.—*Annales de chimie et de physique,* 2.° série, 1838, t. LXIX, p. 35.
(5) *Comptes rendus de l'Academie des sciences.* Sesion del 11 de novde 1839.—1840, t. XI, p. 707.
(6) *Ibid.*, t. XXXVI, 7 febrero 1853.
(7) Kaemtz; *Meteorologie,* trad. de Martins. Paris, 1843, en 12.° p. 207.

M. Bravais (1) ha dado un cuadro mas completo todavía, y en el cual ha manifestado las sondas operadas en las minas y pozos artesianos.

LUGARES DE OBSERVACION.	PROFUNDIDAD.	AUMENTO DE 1.° EN CADA
Minas de Litry (Calvados).	99 metros	19m ,3
— de Decise (Nievre).	139 —	15 ,1
— de Poullaouen (Finistére). . . .	140 —	50 ;0
— de Carmeaux (Tarn).	187 —	35 ,8
— de Huelgoat (Finistére)	235 —	35 ,0
— de Santa Cecilia, cerca de Mons (Bélgica)	300 —	38 ,0
— de Giromagny (Vosgos). . . .	433 —	32 ,0
Pozos de Marquette (Norte)	56 —	25 ,5
— d' Aire (Pas de Calais), ...	63 —	21 ,0
— de Saint-Ouen (Sena).	66 —	26 ,5
— de Epinay (Sena y Oise). . . .	67 —	18 ,5
— de Saint-Venant (Pas de Calais).	100 —	27 ,0
— de la Rochelle (Charente inferior).	125 —	19 ,7
— de París, escuela militar (Sena)	137 —	30 ,8
— de Tours (Indre y Loire). . . .	140 —	23 ,0
— de Rouen (Sena inferior). . . .	185 —	26 ,0
— de Pregny, cerca de Génova (Suiza)	220 —	29 ,7
— de Saint-André (Eure).	253 —	31 ,0
— de Grenelle (Sena).	505 —	32 ,0

Fundándose en esta hipótesis, del fuego central, dió M. Laplace (2) una ingeniosa esplicacion del calor de las aguas minerales. Hé aquí á lo que se reduce: las aguas de lluvia penetran en el seno de la tierra por hendiduras mas ó menos profundas hasta unas grandes cavernas, verdaderos depósitos situados á grandes profundidades, por ejemplo, 3,000 metros, en donde esperimentan la influencia del calor: se calientan á 100.°, se dilatan, se hacen mas lijeras y vuelven á subir por otras hendiduras, por las que brotan sobre el terreno, de modo que se establecen asi dos corrientes, una descendente de agua fria y otra ascendente de agua caliente.

A M. Boussingault (3) debemos otro hecho que parece venir en apoyo del fuego central. Este docto profesor en sus interesantes escursiones por entre las cordilleras de los Andes observó, que las aguas termales tienen una temperatura tanto menor, cuanto es mayor su altura absoluta; así es que el manantial de Truicheras cerca de Puerto Cabello (Venezuela), que está casi al nivel del mar, tiene una temperatura de 97.°, la del de Urariano, 476 metros mas alto, es de 64.°; y el Onato situado á los 702 metros solo tiene 44.°5. Sin embargo, esta marcha en la temperatura no es completamente regular, porque las causas que hacen saltar materias candentes de los volcanes que existen á grandes alturas, pueden dar tambien orígen á manantiales muy cálidos y situados á alturas considerables.

¿Cuál de estas teorías es la verdadera? Tal es el problema que aun está por resolver; sin embargo, por nuestra parte creemos que la última es la mas

(1) Patria; *Physique du sol de la France*, 1846, t. I, p. 145 en 12.
(2) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1820, t. XIII, p. 412.
(3) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1833, t. LII, p. 181 y siguientes.

probable y la que mas satisface al espíritu, sin que por esto rechacemos completamente las otras indicadas antes, las cuales tambien pueden dar alguna luz sobre la cuestion.

Por último, tambien debemos indicar la termalidad por contacto, que se observa en las aguas que Anglada llamaba termales *de calor prestado*. Estas son las mas veces aguas simples que corriendo por regiones inmediatas á ciertas aguas minero-termales se calientan á espensas de estas. Anglada cita un gran número de ejemplos semejantes, y hace observar que el manantial mineral simple tiene siempre una temperatura algo inferior á la del principal.

Examinemos ahora otro órden de hechos.

¿Las aguas minerales tienen una temperatura variable y oscilante, ó bien es constantemente la misma? Muchos autores han escrito sobre este punto, sosteniendo unos la afirmativa é impugnándola otros.

Vamos á procurar demostrar que el calor de las aguas minerales puede y debe variar en efecto: indicando sus causas, añadiremos tambien que cuando las aguas se recojen perfectamente y vienen de terrenos primitivos, estas variaciones son muy poco perceptibles.

Muchos observadores han estudiado sucesivamente esta cuestion, y si se consultan la multitud de escritos publicados con este motivo, se ve que pocos autores están conformes, observándose con frecuencia diferencias notables en los resultados de sus investigaciones. Se han buscado las causas de estas diferencias, y los autores que admitian que las temperaturas de las aguas termales son constantemente las mismas, han atribuido los resultados diferentes obtenidos á los termómetros empleados, termómetros mal construidos, de una graduacion viciosa por lo comun, y que no están establecidos bajo las mismas condiciones: estos con la graduacion de 100°, aquellos con la de 80°, unos de mercurio y otros de alcool.

Además, ¿se han hecho las observaciones con discernimiento y con las convenientes precauciones? ¿Son siempre posibles? Todas estas objeciones son en verdad fundadas, porque es exacto decir que muchos autores han indicado los grados de temperatura, pero sin ocuparse gran cosa de la graduacion de los instrumentos que empleaban. Sin embargo, hay que observar que mediando fechas muy distantes entre sí, no han faltado prácticos hábiles que han hallado que en algunos casos presentaba un manantial una diferencia de temperatura apenas sensible, mientras que en otro se advertian muchos grados de mas ó de menos. Anglada, cuyos trabajos hidrológicos citamos con gusto por su justa celebridad, indicó este hecho cuando en 1818 y 1819 apreció con cuidado la temperatura de los manantiales sulfurosos de los Pirineos, trabajo que ya habia hecho Carrere (1) en 1734. Demostró en ciertas aguas, por ejemplo en Olette, un descenso de temperatura de 27°. Pero tales diferencias son bien raras, y por el contrario, es lo regular que el aumento ó disminucion de temperatura no sean mas que de algun grado en cada siglo, lo cual hace imposible las mas veces la demostracion del cambio de temperatura en poco tiempo, por lo que es necesario operar con intérvalo de muchos años para que sean perceptibles estos cambios. MM. Chevallier y Gobley (2) han presentado con este motivo una interesante memoria á la Academia de medicina, aprovechando los escritos de Carrere sobre la temperatura de las aguas: de veinte y una fuentes cuyos resultados han comparado, han visto que en trece habia disminuido, y en ocho por el contrario habia aumentado aquella.

(1) Carrere; *Catalogue raisonné des ouvrages publiés sur les eaux minerales en general et sur celles de France en particulier*. Paris, 1785, 1 vol. en 4.°

(2) *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1849-50, t. XV, p. 274.

M. Walferdin, en sus escelentes investigaciones sobre las aguas de Bourbonne-les-Bains, ha demostrado hechos semejantes.

En algunas circunstancias tambien este descenso de temperatura es, por decirlo así, insensible. Berzelius (1) cita un hecho que corrobora esto: en 1819 la temperatura de uno de los baños de Mont-Dore, construido en tiempo de César, marcaba 38°,7 R. (43° C.), temperatura que corresponde sensiblemente al grado mas elevado que puede sufrir una persona en este baño. Era con poca diferencia la misma que hace dos mil años. M. A. Bertrand, padre (2), que por mucho tiempo ha dirijido con tanto celo como inteligencia este magnífico establecimiento termal, no ha visto cambio de temperatura sensible en treinta y dos años. Estas esperiencias se hicieron con temperaturas atmosféricas muy variables y con frios que llegaron hasta —14°. A esta temperatura el grado del manantial no bajó en su máximum de $^1/_4$ de grado, y este cambio solo se verificó en circunstancias desfavorables, pues que el termómetro no estaba convenientemente resguardado de las corrientes de aire esterior. Arago, Longchamp y M. Fontan han demostrado hechos análogos en ciertas aguas de los Pirineos. En otras localidades se han notado variaciones muy sensibles en épocas poco distantes entre sí. Así es como monsieur Chevallier (3), empleando siempre el mismo termómetro, ha hallado con cinco años de intérvalo una diferencia de 1 á 2° en las aguas de Bains, y varios esperimentadores han observado el mismo fenómeno en las de Bourbonne, Luxeuil, Chaudes-Aigues, Baréges, Balaruc, Chateau-neuf, Bourbon-Lancy, Rennes (Aude), Evaux, etc. En Vichy se ha indicado una diferencia de 3° en diez años (1825 á 1835) (4).

Hay muchas causas que originan unas veces un enfriamiento y otras una elevacion de temperatura, y vamos á enumerarlas rápidamente.

1.ª La solidificacion progresiva de las capas terrestres.

2.ª La mezcla de las aguas mal recojidas con otras frias procedentes unas veces de los manantiales próximos á las primeras, otras de las nieves derretidas ó de las lluvias abundantes, como es muy frecuente en los paises montañosos, por ejemplo, los Alpes y los Pirineos.

Segun M. Boullay, cuyo nombre es una autoridad en la ciencia hidrológica, las aguas de los Pirineos no cambian mas que cuando salen de terrenos de acarreo, en que se modifican; pero no varían sensiblemente si proceden de terrenos primitivos ó secundarios.

Esto en cuanto al enfriamiento. Respecto al fenómeno contrario, es debido habitualmente á cataclismos, erupciones volcánicas y temblores de tierra.

No hay una obra de historia general de las aguas minerales que no hable de las perturbaciones que hizo esperimentar á las aguas de Aix en Savoya, de Bourbonne-l'Archambault en Francia y Tœplitz en Alemania, el temblor de tierra de Lisboa que hubo en 1.° de noviembre de 1755. Las primeras quedaron frias y depositaron un sedimento amarillento, mientras que las de Bagneres-de Luchon adquirieron un aumento de temperatura de 41°. No podemos remitir á nuestros lectores á mejor orígen para adquirir mas datos sobre esta materia, que á la obra de M. Herpin que ha referido con cuidado un gran número de hechos análogos (5). En Busang, en los Vosgos, dice M. Herpin, cuando las lluvias son abundantes, las aguas estan mucho menos cargadas de hierro y ácido carbónico. Lo mismo sucede en Balaruc, en que el volúmen y la temperatura no varían mas que en la estacion de las lluvias. Ya

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1825, t. XXVIII, p. 392.
(2) *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1837, t. I, p. 604
(3) *Journal de chimie medicale*, 2.ª série, 1837, t. III; p. 78.
(4) *Ibid.* 2.ª série, 1837, t. III, p. 78.—1838, t. IV, p. 536-408.
(5) Herpin; *loc. cit.*, p. 119 y siguientes.

en 1737 Astruc (1) habia observado que la temperatura de las aguas descendia á causa de su mezcla con las aguas frias. Las aguas permanecian calientes en la superficie de los baños y frias á la profundidad de un metro. Tambien sucede que en estas diversas localidades se observan dos temperaturas, una de invierno y otra de verano. M. Filhol se adhiere á la misma opinion.

En el momento de las tempestades muchas aguas minerales desprenden gas, en mayor abundancia que de costumbre y en burbujas mas gruesas. Es un fenómeno que puede atribuirse por una parte á la disminucion de la presion barométrica, y por otra á la dilatacion mas considerable de los gases que es debida al calor de las capas terrestres superiores que atraviesan las aguas (Herpin).

A las causas perturbadoras que hemos indicado, pueden tambien agregarse las grandes sequias, los cambios de estaciones, las variaciones meteorológicas que tienen tambien una accion muy manifiesta sobre las aguas termales, pero hay que observar que esta influencia es tanto menor, cuanto de mas profundidad vengan las aguas. Por mucho tiempo se ha creido que el calórico de las aguas minerales no era el mismo que el calórico comun. Esta era la opinion de Dufay (1724), de Duclos (1743), y la apoyaban en que los enfermos toleran muy bien en bebida las aguas termales á temperaturas muy elevadas, mientras que el agua comun á la misma temperatura les produce graves accidentes y quemaduras. Tambien se aducia como prueba la poca alteracion que segun se dice, sufren las flores sumerjidas en las aguas minerales muy calientes, mientras que sucede todo lo contrario en circunstancias análogas con el agua de pozo ó de rio calentada artificialmente al mismo grado.

Para este efecto, un gran número de químicos intentaron algunas esperiencias; entre ellos contaremos en primera linea á Nicolás (2) que despues de haberlas practicado sobre las aguas de Plombieres, dedujo de su trabajo las siguientes conclusiones:

1.° Las aguas enfriadas no resisten á la congelacion mas que las aguas comunes.

2.° Su enfriamiento al aire libre sigue una marcha enteramente paralela á la del agua comun elevada á la misma temperatura.

3.° Calentando uniformemente cantidades iguales de agua mineral de una temperatura de 24° R. y de agua comun á 10°; la primera llegará al termino de ebulicion en 11 minutos y 27 segundos, mientras que la otra tardará 21 minutos y 12 segundos en llegar á la misma temperatura (3).»

Otros muchos observadores le siguieron por la misma senda, Biette por una parte, MM. Gendrin y Jacquot (4) por otra, los cuales dirigieron sus observaciones sobre las aguas de Plombieres: despues M. Longchamp (5) y por último M. M. Chevallier y Bastien (6) hicieron esperiencias en Bourbonne-les-Bains y en Bains.

Resulta de todos estos trabajos emprendidos con el mayor esmero, que el calor de las aguas minerales es el mismo que absorven las ordinarias: que ademas el enfriamiento camina paralelamente en ambos casos, esceptuando no obstante las temperaturas menos elevadas, en las cuales este enfriamiento es algo mas rápido que en las aguas comunes. Esto no puede depender sino de la presencia de los principios mineralizadores, porque si en vez de tomar aguas ordinarias, se hace la esperiencia como la ha practicado M. Walferdin

(1) Astruc; *Memoire pour servir à l'histoire naturelle du Languedoc*, 2.ª parte, cap. IV, p. 294. 1737
(2) Nicolás; *Dissertation sur les eaux de la Lorraine, loc. cit.*, p. 2 y siguientes.
(3) Anglada; *loc. cit.*, t. I, p. 80.
(4) *Journal de chimie medicale*, 1.ª série, 1827, t. III, p. 503.
(5) Alibert; *Precis historique sur les eaux minerales*. Paris, 1826, p. 42 y siguientes.
(6) *Journal de chimie medicale*, 1.ª série, 1834, t. X, p. 24.

con agua termal natural y con la misma agua enfriada y despues calentada artificialmente hasta el mismo grado, se observa que la marcha de la temperatura es sensiblemente la misma (*Investigaciones inéditas*).

La temperatura de las aguas, se sabe que es uno de los puntos mas interesantes de su historia relativamente á la terapéutica. En efecto ¡cuantas aguas minerales existen cuya benéfica accion sancionada por miles de años no puede atribuirse á su composicion mineral; que muchas veces es notablemente pobre; pero cuya temperatura compensa facilmente la escasez de principios químicos!

Entre estas temperaturas tan diversas que se observan en las aguas termales, las hay que á juicio del práctico, gozan de una propiedad que las hace mas á propósito para su administracion ya interior, ya esterna. Las mas ventajosas, bajo este punto de vista, son las que pueden aplicarse al arte de curar tales cuales brotan en su punto de salida y sin necesidad de calentarlas artificialmente ó de enfriarlas en parte, operaciones que siempre llevan consigo pérdidas ó alteraciones con detrimento de la riqueza y del valor mineralizador de las aguas.

El grado mas favorable es el de 34 á 35.° C. como se observa en Royat, Chatel-Guyon, Saint-Sauveur etc.

Cuando se quieren usar aguas sulfurosas frias en forma de baños, es urgente elevar su temperatura calentándolas artificialmente empleando procedimientos que á pesar de la habilidad de los constructores no dejan de ofrecer inconvenientes á consecuencia del desprendimiento de los principios sulfurados volátiles.

Por el contrario, si se trata de un agua cuya temperatura es muy elevada, ó bien es necesario rebajarla, mezclandola con agua fria ó mas sencillamente aun dejandola enfriar hasta el grado que se desee, pero aun en esto hay un inconveniente Ciertos gases que se hallaban disueltos en el agua en la que estaban retenidos por presiones subterráneas considerables, no tardan en desprenderse y dar entonces lugar á depósitos de sustancias que se mantenian disueltas por ellos. En este caso el agua no tiene la misma composicion que la que presenta en el surtidor del manantial, y los resultados que se esperaban deben de variar necesariamente. ¡Dichosas mil veces las estaciones termales cuyas aguas tienen un grado favorable de temperatura, y son bastantemente abundantes para poderse aplicar en baños de agua corriente, en los que el calor es siempre igual, como sucede en el establecimiento de Royat tan favorecido por la naturaleza!

En otro capítulo trataremos de los modos de calentar y enfriar las aguas minerales.

Despues de estas diversas nociones, llegamos á un punto no menos importante á saber, el método que se deberá seguir para apreciar exactamente la temperatura de las aguas.

Una de las principales causas de los errores que se cometen en la investigacion de estas variadas temperaturas, es la diversidad de los instrumentos que se han empleado en todo tiempo con este objeto. En efecto, si consultamos las obras de los autores que han tratado este punto (Martine, Deluc, Cotte, Van-Swinden, Gaussin, Carrere, Longchamp, Anglada, Legrand, etc.) no tardaremos en advertir cuánta incertidumbre ha debido resultar de semejantes investigaciones. En la época de Reamur la escala termométrica estaba dividida en 80°; pero no era la única que se usaba. Celsius en Suecia fué el primero que aconsejó la escala centígrada, pero invirtiéndola tal como la habia propuesto De l' Isle; es decir, que partiendo el cero del agua hirviendo, el punto del hielo fundido correspondiese á 100°. Stroemer su compatriota, volviendo á invertir esta base, llegó al mismo resultado que

Christin de Lyon. Deluc tambien habia contribuido á rectificar la escala termométrica centígrada. Micheli Ducrest habia dado una dividida en 105°, y todavía existia otra en 110°, otra en 115°, y por último, se cita una que marcaba 15° en el punto de congelacion y 193° en el de ebulicion del agua, la cual como se ve tiene alguna relacion con la escala de Farenheit (1) tan usada en nuestros dias en los paises del Norte (Inglaterra, Suecia), y en la que la temperatura del hielo derretido está señalada con el grado 32°, de modo que su punto 0 corresponde al 17°,78 de Reaumur y al 14°,22 del centígrado, y dividiendo en 180 grados iguales el espacio comprendido entre dicho 32° y el punto de ebulicion del agua, el que por consiguiente está marcado con el grado 212°. De estas diferentes graduaciones, resulta que cada 4 grados de Reaumur equivalen á 5 del centígrado ó 9 del de Farenheit, ó lo que es lo mismo, cada grado del 1° es igual á $1^{1}/_{4}$ del 2°, ó á $2^{1}/_{4}$ del 3°.

Segun las *Actas de los eruditos* de 1714, se dice que Farenheit habia adoptado para escala termométrica la diferencia de temperatura que hay entre una mezcla de sal y de hielo, y la de la boca ó las axilas de un hombre sano: y dividia esta escala en 24 partes, á cuyos espacios tomados de cuatro en cuatro daba nombres distintos, á saber: 0° frio grandísimo; 4° gran frio; 8° frio; 12° templado; 16° caliente; 20° muy caliente; 24° calor insoportable.

En vista de esto, parece probable que Farenheit habia tenido primero la idea de seis graduaciones iguales de temperatura, desde el frio estremado hasta el calor mas grande; pero habiéndole parecido estas partes demasiado grandes para observaciones precisas, dividió cada una de ellas en 4 ó sea en 24 el total.

En las transacciones filosóficas de Lóndres de 1724 publicó el mismo autor que sns termómetros meteorológicos estaban graduados, partiendo de tres puntos fijos, en 96°. Estos tres puntos eran:

El 0° obtenido por una mezcla de hielo y de sal marina, ó de cloridrato de amoniaco.

El 32° indicado por una mezcla de hielo y agua pura.

Y el 96° producido por el calor que produce la boca ó la axila de un hombre sano.

Segun Boerhaave, la bola de estos termómetros tenia la capacidad de 11124°, pero la escala solo llegaba á 600° punto de ebulicion del mercurio.

En el dia el termómetro de Farenheit solo tiene dos puntos fijos: el hielo al derretir que indica el grado 32°, y el agua hirviendo que señala el 212; el espacio intermedio se divide en 180° prolongando despues la graduacion sobre los 112°, y por debajo del 32°.

Estas diferencias de graduacion son un grave inconveniente en los cálculos que hay que hacer para ajustar entre sí las observaciones termométricas hechas en los diferentes paises de Europa, por lo que seria de desear que se fijase una escala igual para todas partes, á fin de obviar toda clase de inconvenientes.

Esto ha conducido á Mr. Walferdin (2) á proponer una escala tetracentígrada de 400° fundada en la propiedad que tiene el mercurio, que es el mejor líquido termométrico que se conoce, de estar líquido á —40° y de hervir á +360° del centígrado. En este caso el punto de fusion del hielo será +40° tetracentígrado y la formacion del vapor de agua se marcará en los +140 de la misma escala: todo bajo el supuesto de la presion de $0^{m},760$.

(1) Gray; *Traité pratique de chimie*, trad. del inglés por T. Richard. Paris, 1828, t. I, p. 304.
(2) Walferdin; *Sur les echelles thermometriques aujourd'hui en usage*. Paris, 1835, foll. en 4.°

Esta escala ofrece la ventaja de que no altera el valor del grado centesimal, pues que tambien median 100° entre el grado del hielo al derretir y el del vapor del agua hirviendo. La escala tetracentígrada no es, pues, otra cosa mas que la centígrada prolongada suficientemente por sus dos estremos, hasta comprender todas las dilataciones del mercurio en estado líquido, esto es, desde —40° hasta +360

Pero no es esta la única causa de error; por lo que no dejaremos de mencionar otras que tampoco carecen de importancia.

Los instrumentos de que se han valido estaban construidos ya con mercurio, ya con espíritu de vino; pero como estos dos líquidos no caminan del mismo modo por toda la estension de la escala, pues que el alcool siempre se retarda relativamente al mercurio, las indicaciones por lo general han sido erróneas. Sabida es además la dificultad de obtener alcool perfectamente puro; y variando su dilatacion, segun las cantidades mas ó menos considerables de agua que contiene, se deja conocer desde luego la posibilidad de los errores consiguientes al uso de este ó del otro alcool, no pudiendo ocurrir á ellos sino apreciando puntos muy aproximados en los que el error es casi insensible.

De paso observaremos que el alcool tiene la ventaja de marcar grados mas largos y por consiguiente mas fáciles de leer, en razon de que su dilatacion es mucho mayor que la del mercurio: además por medio de termómetros largos y de escalas arbitrárias, se pueden obtener iguales efectos con el mercurio.

Tambien es sumamente importante saber manejar bien el instrumento que se use: así es que se debe tener sumerjido el termómetro en el agua todo el tiempo suficiente para poder leer con exactitud el grado que marque; cuya precaucion es sobre todo necesaria con el termómetro de alcool porque tarda mucho en adquirir la temperatura, y puede parecer estacionario antes de llegar al grado que debe indicar.

Por último, recordaremos las oscilaciones del punto 0° que dependen ó bien de la naturaleza del vidrio ó cristal empleados, ó bien de los cambios repentinos de temperatura, y á veces tambien de la presion atmosférica sobre el depósito, y que influyen desfavorablemente en las indicaciones que debe dar el termómetro. Cuando ha estado este instrumento espuesto á temperaturas iguales ó superiores á 100°, el cero baja, despues sube; por lo que es indispensable cuando se gradua una agua verificar con cuidado por lo menos la division que corresponde al cero del instrumento y aun la de otros puntos que sirvan de guia ó patron. (1)

M. Walferdin (2) á cuya bevenolencia somos deudores de muchos de los datos que publicamos en este lugar, y que ha estudiado tan profundamente la termometría, ha inventado el *termómetro metastático*. Este instrumento portátil y ligero está construido como el termómetro ordinario: su cubeta es muy pequeña, el tubo enteramente capilar y en su parte superior hay un ligero ensanche al que se hace llegar una corta cantidad de mercurio á voluntad. La graduacion es arbitraria, pudiendo contener un gran número de divisiones, las cuales sin embargo solo comprenden el espacio de 10°. Cuando el mercurio está en la parte inferior de la varilla el instrumento está á cero, cuando sube hasta arriba está á 10°. Sacudiendo lijeramente el instrumento, cae cierta porcion de mercurio en el depósito, y dejando que vuelva á adquirir la temperatura ordinaria, cuando marque el cero, partirá real-

(1) Walferdin; *Sur la determination de la temperature des sources thermales, Revue des eaux minerales.* Paris, 1842.

(2) *Comptes rendues de l'Academie des sciences.* 1842, t. XIV, p. 63.

mente desde 10°, puesto que desde 0° á 10° se ha dilatado en la cubeta para reemplazar el espacio que ocupaba primitivamente el mercurio que está actualmente en la ampollita superior. De este modo se puede arreglar el instrumento con la mayor facilidad á cualquier temperatura próxima á la que se quiera determinar con precision.

La ventaja de estos termómetros consiste en que por su largo trayecto, pueden indicar quintos ó décimos de grado, y aun se podrian obtener aproximaciones mucho mayores, puesto que el autor los ha construido, que marcan hasta centésimos. (1) Además las oscilaciones del cero no tienen trascendencia: el único inconveniente que ofrecen, es el de no poderse leer directamente el grado de la temperatura sobre la varilla de cristal, habiendo necesidad de hacer un cálculo, aunque facil, para reducir las divisiones de la escala á grados del centígrado. (2)

Nosotros aconsejamos el uso de este instrumento para las observaciones delicadas especialmente si atañen á la física y geologia: y añadimos, siguiendo á Walfordin en su memoria citada arriba y del que tomamos los detalles siguientes, que es necesario dar á conocer despues de las investigaciones emprendidas:

»1.° Si el instrumento es de alcool ó de mercurio.

»2.° Cual sea la forma y en lo posible la capacidad del depósito termométrico, como tambien el diámetro interior del tubo, la longitud y diámetro de la varilla, todo con el objeto de poder apreciar el valor del error que haya podido ocasionar la paralaje: el alcance del instrumento: y el espacio ó número de divisiones correspondientes á un grado centesimal.

»3.° Si el instrumento está adaptado á una escala referida, y cuando la division está grabada sobre la varilla si es ó no de escala arbitraria.

»4.° Por último, si el cero y algunos otros puntos de la escala se han comprobado antes de la observacion; si el instrumento no ha estado espuesto poco tiempo antes, á temperaturas mas altas que la de la atmósfera y si no contiene alguna burbuja de aire en la cubeta como sucede con mas frecuencia de lo que generalmente se cree.»

Pero como bajo el punto de vista médico, no es necesaria una sensibilidad tan grande, creemos que se pueden usar los termómetros ordinarios de mercurio bien construidos, de tubo largo que por lo menos indiquen quintos de grado, y ademas operar con dos á la vez para obtener términos medios que se aproximen todo lo posible á la verdad.

Por desgracia no siempre se pueden apreciar las temperaturas en el mismo manantial, sucediendo frecuentemente que el agua brota á profundidades considerables (pozos artesianos) ó viene por canales de difícil acceso: entonces es preciso echar mano de los *termómetros á maxima* destinados á darnos á conocer las temperaturas de sitios inaccesibles, que siempre son mas altas que la del medio en que se halla el operador. Para este objeto se han construido un gran número de instrumentos, aunque son bien pocos los que no ofrecen motivos de error.

El de Síx modificado por Bellani, se reduce á un tubo encorvado dos veces en el mismo sentido y terminado en un depósito en cada estremo. En la curvatura inferior tiene mercurio que sube por los dos brazos, el depósito inferior lleva alcool que sube dando vueltas por la otra curvatura hasta encontrar el mercurio, y en el brazo superior hay tambien alcool sobre el mercurio, hasta la mitad del depósito estando lleno de aire la otra mitad. Inmediatamente encima del mercurio hay en uno y otro brazo un índice ó cilindrito de

(1) *Id. id.*, 1845, t. XVII, p. 1195.
(2) Gavarret; *Physique med.*: *De la chaleur produite par les etres vivants*. Paris, 1855, p. 12, en 12.

hierro que por su parte inferior termina en un cabello arrollado en forma de rizo para que se adhiera el vidrio, impidiendo que se escurra por su propio peso.

Para servirse de este instrumento se atraen por medio de un iman los dos cilindritos de hierro hasta que descansen en el mercurio. Cuando la temperatura aumenta, dilatándose el alcool del depósito inferior y el mercurio, empujan el cilindro del brazo superior haciéndole subir en direccion del depósito de aire, el cual se comprime en virtud de su elasticidad. Por el contrario una temperatura baja, contrayendo el alcool y el mercurio hace que este empuje el cilindrito del otro brazo. Por este medio se puede juzgar de las temperaturas á que ha estado sometido el instrumento. Este *termometrógrafo*, como le han denominado sus inventores, está sujeto á las siguientes causas de error que han motivado el que se halle proscrito en el dia para este género de investigaciones; 1.ª el roce y la movilidad de la corredera en el tubo : 2.ª la posicion constantemente vertical en que es indispensable mantener el instrumento para impedir que el mercurio suba sobre los índices, como sucede cuando se agita al manejarle. (Algunas veces se interponen algunas gotitas de mercurio entre el alcool y el índice: 3.ª la desigualdad de la dilatacion del alcool, segun va aumentando la temperatura: 4.ª los golpes y sacudidas que puede sufrir el instrumento, y que bastan para que se bajen los índices por sí solos.

El termómetro *á máximo* de Rutherford, que se compone de un termómetro horizontal comun, sobre cuya columna de mercurio lleva un pequeño índice de hierro destinado á indicar por el punto en que se detiene la temperatura máxima á que llega, está tambien sujeto á errores: en primer lugar, es muy difícil tenerle durante la esperiencia perfectamente horizontal como se requiere, sucediendo con frecuencia que el índice cae por su propio peso: en segundo lugar, puede deslizarse el mercurio entre el vidrio y el índice, sumergir este, y por consiguiente, entorpecer la marcha del instrumento. Para volver á colocar el instrumento en disposicion de hacer la esperiencia, se vuelve á poner el índice sobre la columna de mercurio por medio de un iman.

MM. Negroti y Zambra han tratado de modificar este instrumento, y lo han llegado á conseguir del siguiente modo: Su termómetro lleva en la curvatura del tubo un índice de vidrio, que permite pasar al mercurio entre sus propias paredes y las del tubo termométrico, cuando el metal está dilatado por el calor; pero si la temperatura desciende, se contrae el mercurio, y no pudiendo volver al depósito, indica en el estremo de la columna mercurial la temperatura máxima á que se haya operado.

Para volver á dejar el termómetro dispuesto para la esperiencia, basta colocarle verticalmente, y el mercurio cae entonces por su propio peso. Como se ve, es tambien necesario operar con el instrumento colocado en una perfecta horizontalidad. Por el descenso de temperatura del mercurio, el estremo de la columna se desvía algun tanto de su verdadero punto, pero no pasa de un décimo de grado en 25°; y por lo tanto puede prescindirse de tomar la diferencia en cuenta en los cálculos, sin que se cometa error.

Con el fin de obviar los inconvenientes que presentan estos diversos instrumentos, ha construido M. Walferdin (1) un aparato de los mas ingeniosos, y del que ha hecho uso en sus numerosas esperiencias sobre la termalidad de las fuentes de Bourbonne-les-Bains y de los principales pozos artesianos de Francia.

(1) *Comptes rendues de l'Academie des sciences de Paris.* 1836, t. II, p. 305.

Hé aquí el principio sobre que está fundado este termómetro de maxima: cuando se calienta el instrumento, el mercurio se dilata y se vierte entonces en un pequeño depósito apropiado.

La cantidad de mercurio indica el máximum de temperatura á que se ha sometido el instrumento, y puede conocerse exactamente colocando en un mismo medio este termómetro, antes y despues de la esperiencia con otro termómetro modelo comun. El mercurio que falta dá á conocer la espresion del máximum de temperatura á que se ha llegado.

Veamos ahora en qué consiste este instrumento: es una cubeta termométrica ajustada á un tubo tan adelgazado en su estremidad, que puede caer por ella una gotita de mercurio muy pequeña, y sin que cuando el aparato está inclinado salga nada. En la parte superior de este último está fija una ampollita que sirve de depósito, y al mismo tiempo está construida de tal manera, que despues de terminada la operacion, pueda volver á tomar el termómetro la cantidad de mercurio que exige la temperatura inicial á que quiera reducirse para practicar una nueva observacion.

En cuanto á la graduacion de este instrumento, unas veces es centígrada y otras arbitraria de escala larga. En las últimas esperiencias que ha emprendido en Creusot, M. Walferdin se ha valido de instrumentos construidos así, y en los que el valor del grado centesimal variaba entre 46,77 divisiones, y 112,40 (1) En este último caso se compara la escala arbitraria con la escala termométrica por un simple cálculo (2).

Este instrumento, que dá preciosos resultados, es á veces defectuoso, pero es fácil remediarlo, y hé aquí en que consisten á la vez el error y su correccion.

Cuando se sumerje á grandes profundidades, se encuentra bajo la influencia de presiones considerables, que comprimiendo las paredes del instrumento, hacer subir el mercurio á una altura muy grande. Para remediarlo,

(1) *Nouvelles recherches sur la temperature de la terre á des grandes profondeurs*, primera memoria *Comptes rendus de l'Academie des sciences*. 1857, t. XLIV, sesion del 11 de mayo.

(2) Los grados se cuentan en este instrumento partiendo desde la punta. Examinemos ahora cómo se obtiene una temperatura máxima en un lugar inaccesible: se inclina primero el instrumento de modo que la punta se sumerja en el mercurio: si se calienta y se enfria en seguida, el termómetro queda bien pronto completamente lleno de mercurio: se endereza y se le da una ligera sacudida, para que la gotita suspendida en la punta caiga en la panza del aparato. Despues de esta primera operacion preliminar, se sumerge el termómetro en un baño con un buen termómetro modelo; este baño debe estar á una temperatura conocida é inferior á la que se supone que tiene el manantial. Supongamos, por ejemplo, que es 25:° el escedente del mercurio sale por la punta adelgazada del tubo, y entonces se sabe que el instrumento queda completamente lleno á 25°. Se hace descender entonces el mercurio á las fuentes profundas cuya temperatura quiere conocerse, y si tienen una inferior á 25°, el mercurio baja en el tubo; pero por el contrario, si la temperatura es superior á 25°, empieza á verterse, continuando hasta que el aparato haya quedado en equilibrio despues de un tiempo suficiente: se da una sacudida para hacer caer la gota mercurial que se adhiere á la punta, y se sube el instrumento. El termómetro se sumerje de nuevo en el baño á 25°, y se observa el punto en que se detiene el mercurio en la columna; supongamos que sea 12° á partir desde la punta; se sigue que la temperatura de la fuente es 25°+12°, es decir, 37°. Hé aquí ahora el cálculo que debe hacerse para reducir, por ejemplo, á grados centígrados los grados arbitrarios que indica este termómetro.

Supongamos que T es la temperatura á que se ceba el instrumento, y que es mas baja que la que se quiere estudiar. Esta temperatura se conoce en grados centígrados, puesto que se toma simultáneamente con el termómetro modelo.

Despues de haber sumergido el termómetro cebado, es decir el que contiene el mercurio hasta la punta adelgazada, en el medio en que quiere conocerse la temperatura se observa que el mercurio ha caido en el depósito. Se pone entonces el instrumento á la temperatura T, y si hay n divisiones entre la punta y el nivel de la columna mercurial, se deduce que el mercurio que ha salido llenaria las n divisiones, y que la temperatura exijida debe ser igual á T mas en el número de grados que corresponden á estas n divisiones.

Para conocer el valor de una division en grados, se pone el instrumento á una temperatura conocida T' inferior á T. Si el nivel del mercurio se halla á n' divisiones mas bajo de la punta, $\frac{T'-T}{n'}$ será el valor de una division en grados, $\frac{T'-T}{n'}n$ será el de las n divisiones, y por consiguiente $T+\frac{T'-T}{n'}n$ espresará la temperatura máxima buscada. Añadiremos además que el instrumento funciona como un termómetro comun para todas las temperaturas inferiores á la en que se ha fijado.

M. Walferdin encierra su termómetro en un cilindro de vidrio herméticamente cerrado que pueda soportar una considerable presion, y de este modo son exactas las indicaciones: emplea tambien estuches metálicos de paredes resistentes; se coloca en ellos el instrumento, sea el termómetro de vertiente que acabamos de describir, ó el termometrógrafo, y se llena el cilindro hasta la mitad ó las tres cuartas partes de agua, á fin de que se establezca lo mas pronto posible el equilibrio de temperatura.

En el trabajo que mencionamos antes. M. Waiferdin ha empleado para encerrar estos termómetros tubos de cristal de 2 milímetros á 2 1[2 de grueso, privados de aire y cerrados á la lámpara; de modo que puedan resistir á una presion de mas de 81 atmósferas.

Pero si el termómetro de vertiente dá una gran precision: es preciso confesar que, sin embargo, es bastante difícil su manejo, por cuya razon M. Walferdin (1) ha propuesto el uso del termómetro de máxima con burbuja de aire. Este pequeño instrumento no es mas que un termómetro comun, en cuya estremidad se ha conservado en una ampollita una cantidad muy pequeña de aire seco. Se calienta un poco este termómetro, de modo que pasa una pequeña cantidad de mercurio á la ampolla, y en seguida se calienta tambien esta á la llama de una bujía, el aire se dilata, pasa al tubo, en el que le hace entrar en seguida el mercurio, de modo que la burbuja de aire interpuesta entre las dos columnas de mercurio sirve de índice.

Cuando hay elevacion de temperatura, el mercurio empuja la burbuja de aire, que á su vez lo verifica con la columna de mercurio que está encima. Cuando la temperatura desciende, el mercurio se contrae, entra en la parte inferior del tubo, pero se separa por medio de la burbuja de aire de la columna superior, que se detiene en el máximum de temperatura á que se ha espuesto el instrumento, y conserva su indicacion.

Despues de la operacion, basta enderezar el instrumento, y si el tubo es muy capilar, golpearle ligeramente ó hacerle describir con rapidez un semicírculo para reducirle á su estado normal.

Si es muy capilar, puede emplearse este instrumento en la posicion vertical, pero es mejor tenerle siempre colocado horizontalmente ó ligeramente inclinado.

«La mayor parte de los termómetros ordinarios construidos desde hace unos 20 años, dice M. Walferdin, y que no pasan de 50 á 60° C.: están ensanchados por la parte superior del tubo para evitar que se rompan si se esponen á una temperatura muy elevada. Estas especies de termómetros no quedan completamente privados de aire, mas que cuando el mercurio se somete muchas veces á la ebulicion. Como generalmente no han sufrido esta operacion mas que una sola vez, contienen con frecuencia la pequeña cantidad de aire seco, que basta para hacerlos aprovechar para emplearlos como termómetros de máxima.»

Para terminar cuanto se refiere á la termalidad de las aguas minerales tomamos de la obra del Dr. Herpin (2) un cuadro de las temperaturas de los principales manantiales de Francia y del estranjero.

(1) *Comptes rendus de l'Academie des sciences*. 1854, t. XXXVIII, p. 770.—t. XL, sesiones de 16 y 23 de abril de 1855.

(2) Herpin; *Etudes medicales, scientifiques et statistiques sur les eaux minerales de France, d'Angleterre et d'Allemagne*. Paris, 1855, p. 414, en 12.°

Cuadro comparativo de la temperatura de las principales fuentes termales.

	grad. cent.
Francia.	
Chaudes-Aigues	81
Olette	78,27
Ax	75
Plombieres	70,10
Bagneres-de-Luchon	67,50
Luxeuil	63
Bourbon-Lancy	62,39
Dax	61,31
Arles (Amelié)	61
Bourbon-l'Archambault	60,10
Bourbonne-les-Bains	59
Evaux	55
Neris	53
Saint-Antoine (Corcega)	52
La Bourboule	52
Rennes	51
Balaruc	50,40
Bains	50
Bagneres-de-Bigorre	48,18
Vichy	48,12
Bagnols	45
Mont-Doré	45
Saint-Nectaire	44
Tercis	41
Ussat	40,32
Cauterets	39
Greouls	38
Sylvanés	38,53
Vernet	37
Aix	36,34
Bareges	36
Royat	35
Chatel-Guyon	35,25
Saint-Sauveur	34
Eaux Chaudes	34
Saint Honoré	32
Eaux Bonnes	32
Campagne	27
Capvern	24
Allevard	24
Greoulx	23,20
Vinca	23
Cambo	23
Encausse	22
Audinac	22
Uriage	19,15
Royat	19
Soulzt-les-Bains	18
Bilazai	18
Niederbronn	17
Forbach	17
Saint-Alban	17
Cusset	16
Hauterive	15
Salies	15
Vals	14
Dieuse	14
Engluen	14,10
Chateldon	13,10
Vic-sur-Cère	12
Camares	12,10
Pougues	12
Soultzbach	10
Saint-Pardoux	7
Forges	7
Alemania.	
Borcette	77,43
Carlsbad	73,35
Wiesbaden	70,47
Baden Baden	67,46
Aix-la-Chapelle	58,43
Ems	50,22
Tœplitz	48,25
Gastein	47,37
Baden (Austria)	35
Bertrich	32
Schlangenbad	30
Kreutznach	30
Badenweiler	27
América.	
Isla de San Miguel	99
Isla de Santa Lucia	95
Cuenca	71
Guadalupe	65,30
Santiago	60
Santo Domingo	52
Martinica	50
San Tomas (Jamaica)	50
San Juan	30
Ingiaterra.	
Bath	47,40
Buxton	27
Bristol	25
Asia.	
Malha (Kamts chatka)	100

	grad. cent.
Schoahoa (Thibet). . . .	88
Tiflis.	50,31
Surate.	46
Bélgica.	
Chaude-Fontaine. . . .	32
Saint-Amand.	26
España.	
Caldas de Mombuy. . .	70
Almeria.	52
Ledesma.	50
Caldas de Reyes. . . .	49
Granada.	44
Graena.	40,13
Malavella.	35
Grecia.	
Aidipso.	90,67
Thermopilas.	65
Milo.	60
Kythnos.	55,40
Thermia.	33,25
Hungria, Croacia.	
Postheny..	63
Mehadia.	63
Ofen.	62
Teplika.	56,36
Islandia.	
Los Geysers..	120,51

	grad. cent.
Italia etc.	
Ischia	98,70
Albano.	82,37
Acqui.	51,38
Aix (Saboya)	50,47
Poozolo.	43
San Gervasio (Cerdeña). .	41
Monte Catini..	33
Acqua Vesubiana. . . .	30
Portugal.	
San Pedro Dosul. . . .	67
Chaves.	60
Guimarens.	58
Ranhados	42
Caldas de Favaios. . . .	33
Caldas de Bainha. . . .	32
Rusia, Cáucaso.	
Fuente de Pedro. . . .	90
Fuente de Catalina.. . .	81
Fuente de Pablo. . . .	74
Fuente de Alejandro. . .	47
Fuente de Isabel. . . .	31
Suiza.	
Baden..	50,47
Louesche	50
Pfeffers.	37
Schinznach. (1)	32

Nota. Cuando hay muchas fuentes en una misma localidad, se ha indicado con preferencia la temperatura de la mas caliente ó de la principal.

En el capítulo consagrado á la análisis práctica y definitiva de las aguas minerales, haremos aplicaciones de los principales datos que se acaban de esponer anteriormente.

(1) Echamos aqui de menos muchas aguas de las principales de España, notables por su elevada temperatura; citaremos entre ellas las de

	gr.cent.
Caldas de Cuntis.	59
Hermida.	58
Arnedillo.	53
Archena.	53
Fitero.	47,6
Villavieja.	46,2
Caldelas de Tuy.	46,2
Alhama de Murcia. . . .	45
Tiermas	43
Caldas de Oviedo. . . .	43
Béjar.	42
Bussot.	42
Caldas de Estrac. . . .	41,5
Fuencaliente.	40

	gr.cent.
Baza ó Zujar.	40
Arteijo.	37,5
Caldas de Besaya.. . . .	37,5
Carballo.	37,5
Cortegada.	37,5
Alhama de Aragon . . .	37
Molinar de Carranza. . .	36
Cestona.	35,
Partovia . ;	35
Alicun.	34
Ontaneda	32,5
Carballino.	31
Trillo	30

(N. del T.)

CAPITULO VII.

DE LA TOMA DE LAS AGUAS EN EL MANANTIAL PARA EL ANÁLISIS, Y DE SU EMBOTELLADO PARA EL TRANSPORTE: DEL AFORO Ó MEDIDA DE LA CANTIDAD DE LÍQUIDO QUE VIERTEN LAS FUENTES.

Hemos dicho anteriormente que una análisis de agua mineral ofrece mas confianza en los resultados cuando en su mayor parte se ha practicado al pie del manantial, porque solo allí es donde se pueden adquirir todos los datos necesarios sobre la naturaleza probable del agua, datos que conducen para la buena direccion de la marcha analítica. Además, como se puede disponer de toda el agua que se quiera, hay proporcion de multiplicar convenientemente los ensayos y de hacerlos en grande, único medio de apreciar cantidades mínimas de algunos principios que con frecuencia se escapan al mejor analizador, cuando se opera sobre cantidades pequeñas de liquido.

Sucede muchas veces, y por desgracia lo estamos viendo hace bastante tiempo en la Academia imperial de medicina, en la escuela de minas y en otros laboratorios en donde se practican este género de investigaciones, que solo se analizan aguas remitidas desde diversos manantiales á París y á las grandes poblaciones en donde hay escuelas de enseñanza; lo cual es sensible, porque, en primer lugar, generalmente no se opera sino sobre cortas cantidades de agua, y además porque se hace despues de haber pasado mucho tiempo desde que se cojió y embotelló, y tales líquidos se alteran ó modifican mas ó menos profundamente por muchas circunstancias: siendo, por último, otro inconveniente el no saber con certeza el medio empleado para colectar el agua, ni si se podrá fiar á veces en la muestra que se envia. Se obtendrian resultados mucho mas seguros y fehacientes si la autoridad nombrase químicos especiales y competentemente instruidos, que por sí mismos tomasen las aguas del manantial, é hiciesen allí los principales ensayos.

Con todo, cuando ocurran estas dificultades se podrán resolver en lo posible, precisando el modo de enviar las aguas, á fin de que ofrezcan alguna garantía de buen estado para las análisis. Vamos á copiar aquí parte de la instruccion que uno de nosotros propuso en la comision de aguas minerales de la Academia imperial de medicina, á peticion del señor ministro de Agricultura y de comercio (1), instruccion que observan en el dia todos los que envian aguas para analizar.

Como acabamos de decir, cuando no es posible analizar las aguas minerales, á lo menos parcialmenle, al pie del manantial, hay que operar sobre las trasportadas de largas distancias; en cuyo caso, es preciso cojerlas y remesarlas con ciertas precauciones y formalidades que vamos á describir.

Certificado de la toma de un agua. No es posible dar carácter legal á esta operacion, sino *haciéndola en presencia de la autoridad* (alcalde, adjuntos, etc.) en el mismo punto en donde se ve brotar el agua: á la remesa deberá, por consiguiente, acompañar un certificado que acredite la validez de la toma del agua remitida.

Epoca de cojer las aguas. Debe elegirse para cojer las aguas minerales un tiempo sereno y seco, distante de la época de las lluvias y del derretimiento de las nieves. Los meses mas favorables son, por lo tanto, los de *junio, julio, agosto, setiembre, octubre* y á veces *noviembre*, si el otoño no es lluvioso.

(1) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie royale de medecine*, 1844-45, t. X, p. 760 y siguientes.

Respecto de las aguas *gaseosas*, deben preferirse para cojerlas las primeras horas de la mañana, antes que entre el calor.

Datos que deben acompañar al envio de aguas. Además del certificado de la toma del agua, es esencial que acompañen noticias precisas acerca de la disposicion del manantial, su abundancia, temperatura en las diversas estaciones del año y aun distintas horas del dia; y por último, de la naturaleza de los terrenos de donde mana y de los circundantes. Se espresará además particularmente, si se desprende gas ó borbotones en el caño, si el agua presenta confervas en la superficie ó en el fondo de los estanques, y si deja cieno ó sedimento por donde corre.

Para que la análisis pueda hacerse hasta en sus menores detalles, deben remitirse siempre de 20 á 30 litros de agua especialmente cuando se presume que *abunda* en *variedad* de principios mineralizadores: y si hay muchos brotes de agua, se deberá enviar remesa de cada uno de ellos.

Las botellas en que se coja han de ser de vidrio *negro*, bien limpias, lavándolas primero con agua destilada y luego con agua del manantial: los corchos *nuevos*, teniéndolos algunos dias metidos en el agua mineral.

Respecto de algunas aguas de naturaleza ferruginosa, se aconseja con razon que se tengan los corchos en una solucion de sulfato de hierro para paralizar la *accion curtiente* del corcho, á fin de evitar su influencia sobre el principio ferruginoso del agua (1).

Tambien se pueden calentar préviamente los corchos en aceite ó cera, para preservarlos del contacto directo de ciertos principios mineralizadores: y por último, envolverlos si se quiere en una hoja de estaño.

Modo de cojer las aguas. Es general la costumbre de recibir el chorro en las botellas ó de llenarlas en las pilas: á veces tambien, especialmente si el agua tiene una temperatura elevada, se la deja enfriar en cubetas, y despues se meten dentro las botellas y se van llenando sucesivamente.

Estos métodos ofrecen inconveniente en cuanto á la mayor parte de las aguas á no ser las de naturaleza puramente salina; pues que ocasionan alteraciones ó modificaciones mas ó menos sensibles en su naturaleza química. Una agua gaseosa, por ejemplo, perderá parte del gas carbónico que la mineraliza; pero aun será mayor el inconveniente tratándose de una agua ferruginosa ó sulfurosa, porque se modificarán ó destruirán realmente los elementos mas importantes. El aire contenido en la botella y desalojado por el agua al penetrar en ella, se encontrará en el cuello de la misma con el agua, y determinará, ó bien la destruccion mas ó menos completa del elemento sulfuroso (ácido sulfídrico ó sulfídrato), ó bien la sobreoxidacion del peróxido de hierro, y á veces su precipitacion total, si se hallaba en el estado primitivo de *bicarbonato ferroso* y de *protocrenato*, ó parcial si en el de *sulfato*.

El agua embotellada no representará ya lo que era en el manantial: esto es lo que en la generalidad de casos sucede en todas las aguas trasportadas á distancia del manantial.

Tales inconvenientes indicados hace mucho tiempo nos habian llamado la atencion; y con objeto de ocurrir á ellos del mejor modo posible, hemos propuesto aparatos que describiremos mas adelante: son en bastante número y se hallan en diversas obras, por lo que solo mencionaremos los que nos parece que reunen mayores ventajas (2).

El principio de que se ha partido para su construccion, y que creemos útil recordar aquí, es, como hemos dicho, el de que la mayor parte de las

(1) *Annales de la Société d'hydrologie.* 1854 55, t. I, p. 204.
(2) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie de medecine.* 1844-45, t. X, p. 760.—1851-52, t. XVII, p. 115.—*Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª série, 1846, t. X, p. 275.

aguas minerales esperimentan variaciones notables y aun descomposiciones por completo, cuando se embotellan para remitirlas lejos. El aire y la luz son los principales agentes de estas destrucciones y modificaciones; lo cual habia hecho decir á Chaptal, que cuando se analiza un agua mineral lejos de la fuente *no se operaba sino sobre su cadáver*. Entre las aguas minerales naturales se pueden citar como mas alterables las sulfurosas y las ferruginosas. En unas y otras obra la luz evidentemente; ya desarrollando al parecer ciertas confervas, cuyos gérmenes existen en el líquido, ya haciendo que se separe de ellas el elemento ferruginoso en estado insoluble. De modo que en las primeras, unas veces el oxigeno quema completamente el hidrógeno del ácido sulfídrico precipitando todo su azufre, y otras actúa sobre el sulfidrato, transformándole total ó parcialmente en hiposulfato y en polisulfuro: resultan de aquí aguas enteramente degeneradas, y que no pueden compararse de ningun modo con lo que eran en el caño del manantial. En cuanto á las segundas, las de naturaleza ferruginosa, peroxidando el oxígeno el hierro que contienen primitivamente soluble en estado de *protocarbonato*, *protosulfato* ó *protocrenato* dá lugar á compuestos insolubles de color rojo ocráceo, que se separan en *sexquióxido*, *subsulfato* y *crénato férrico*. El agua carece entonces de las condiciones de que gozaba en el manantial, porque su elemento capital no está tan soluble, y por lo tanto tan apto para la absorcion. Hemos advertido poco antes que se deben tener ciertas precauciones respecto de los corchos; ahora añadiremos que se ha aconsejado para impedir la descomposicion de las aguas *minerales ferruginosas* durante su trasporte, que se atraviese el corcho con un alambre ó un clavo, á fin de evitar que se forme el depósito (Hufeland) (1) .

Cuándo un manantial está bien recojido y deja correr libremente sus aguas por un tubo ó caño esterior, basta atar á este por un momento una llave de fuente que lleve un tubo de vidrio unido con goma elástica vulcanizada, por el que llegue el liquido al fondo de una botella, atravesando el corcho, en el que deberá haberse colocado otro tubito para dar salida al aire.

Así se llena evitando que haga borbotones el líquido saltando hácia arriba, y que se encuentren el aire y el agua en el cuello de la botella *arremolinándose en sentido contrario*: el aire es lanzado de este modo por el agua, sin tener mas contacto con él que la capa superior del líquido.

Cuando se trata de tomar pequeñas cantidades de agua para hacer operaciones en el mismo manantial y con objeto de determinar sin pérdida alguna ciertos principios mineralizadores gaseosos por ej. el ácido carbónico ú otros susceptibles de una alteracion rápida, se puede echar mano de las diversas bombillas propuestas por MM. Mohr, Fressenius y Saac. Su capacidad está valuada con exactitud y su objeto es que el agua entre por la parte inferior en sentido de abajo arriba sin mezclarse con el aire el cual es empujado por aquella y lanzado fuera de la bombilla. La de M. Mohr (2), se usa sumerjiéndola en el manantial, suponiéndolo accesible; se tapa segun costumbre su abertura superior con el pulgar, destapándola poco á poco dentro del agua hasta que se haya llenado enteramente. Se vuelve á tapar entonces y se saca fuera del agua. Esta bombilla que M. Mohr recomienda como de uso muy cómodo, puede trasportarse facilmente en un estuche de madera ó de metal, envolviendo el tubo en papel de filtro para impedir que se rompa.

El mismo autor aconseja tambien el uso de un aparatito que se compone

(1) *Journal de chimie medicale*, 1.ª série, 1827, t. III, p. 25.
(2) Mohr; *Traité d'analyse chimique à l'aide du liqueurs titrées*, trad. del aleman por C. Forthomme Paris, 1857, p. 126, en 8.°

de un balon con su corcho por el que atraviesan dos tubos, el primero es corto y se tapa con el pulgar como la bombilla para sumerjirle en el agua; el otro es largo de modo que su estremidad superior queda fuera del agua. Luego que el balon está dentro de ella, se destapa el tubo corto por donde entrando el agua lanza fuera el aire por el otro tubo, y cuando está lleno de agua se vuelve á tapar con el dedo y se saca fuera.

Sobre el mismo principio está fundado el uso de la bombilla garrafa, indicada por Fressenius y Saac (1) y cuyo modo de funcionar es enteramente igual.

Si el manantial es mas profundo y brota en medio de un estanque de agua dulce, como hemos visto ejemplos en Thernes (2) y en algunos sitios del lago de Enghien, se podrá hacer uso de otros aparatos, el primero de los cuales, que ya aconsejamos en 1845 (3) consiste en una botella con su tapon cónico al que están ajustados con toda exactitud una bombita aspirante y un tubo de dos brazos flexible mediante su union con otro de goma elástica: un brazo entra en la botella, llegando casi hasta el fondo su estremidad, mientras que el otro brazo se sumerje en el agua del manantial. Asi dispuesto, se hace jugar la bomba y el líquido va sucesivamente llenando la botella de abajo á arriba sin que tenga mas contacto con el aire del vaso que por su superficie superior.

Facil es de comprender que se puede reemplazar el tubo encorvado por uno de guta-percha, y que su longitud no debe esceder nunca de 10 metros, segun un principio de física bien conocido. Despues que está llena la botella se le quita con rapidez el corcho reemplazándole con otro que ajuste herméticamente.

M. Mohr propone para estos casos otro aparato reducido á una botella sobre cuyo cuello descansa una especie de sombrerete cónico de hoja de lata semejante á las pantallas circulares de los quinqués, y cuyo objeto no es mas que sostener un peso para que la botella baje hasta la profundidad que se desee. En el corcho de esta se ajustan dos tubos, uno de vidrio que llega hasta el fondo y cuya abertura superior se tapa con un corcho atado á un bramante para tirar de él y destaparle cuando convenga: el otro tubo es de goma elástica, no debe penetrar mas abajo del tapon para que por el pueda salir todo el aire de la botella. Se ata al cuello de esta una cuerda dividida por medio de nudos en espacios de longitud conocida para medir la profundidad á que baja, y estando todo así preparado se sumerje el aparato en el agua sostenido por la cuerda y cuidando de que la estremidad del tubo de goma quede fuera del agua. Luego que ha bajado hasta donde se quiere, se destapa el tubo de vidrio tirando del bramante: el agua entra en la botella desalojando el aire por el tubo de goma elástica, y cuando se ha llenado, se sube la botella, se destapa con el dedo el tubo de vidrio, y quitando con rapidez el tapon, se le ajusta otro inmediatamente.

Cuando los manantiales se hallan en condiciones poco favorables para tomar sus aguas, bien sea por estar á una gran profundidad, ó por contener mucho cieno y lodo los estanques, proponemos los métodos siguientes para cojerlas.

Se toma un gran recipiente de vidrio ó mejor de grés de los llamados *bombones* ó *dama-juanas* que tenga tres bocas en su parte superior y una en la inferior: se adapta á una de las primeras un tubo de vidrio de dos trozos unidos por medio de otro de goma elástica para que pueda doblarse, y se

(1) Fressenius y Saac; *Precis d'analyse chimique quantitative*. Paris, 1847, p. 453, en 12.°
(2) O. Henry, padre; *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1854-55, t. XX, p. 1242.
(3) O. Henry, padre; *Ibid*. 1844-45, t. X, p. 760 y siguientes.

ajusta su estremidad á la llave de una bomba aspirante. Otra boca lleva un tubo de llave de dos brazos que comunica con un frasco destinado á dar entrada al aire para restablecer el equilibrio, absorviendo á su paso el oxígeno mediante un cuerpo ávido de él, de modo que solo entre el azoe á ejercer presion. En la boca central se pone otro tubo tambien de dos brazos, flexible por su union con otro de goma elástica: la estremidad de un brazo debe llegar hasta el fondo del bombon, mientras la otra entra en el manantial ó en los depósitos, pozos etc. que contienen el agua mineral, sumerjiéndose á tal profundidad que el agua esté clara, y procurando no revolverla ó ajitarla al introducirle.

La boca inferior tiene una espita de madera, porcelana ó hierro galvanizado ó mejor de vidrio, unida con goma elástica á un tubo que entra hasta el fondo de un frasco ó botella, atravesando un tapon cónico en el que hay otro tubo abierto para dar salida al aire.

Todos los corchos deben ser finos, perfectamente ajustados y enlodados para que el aparato esté bien cerrado y el resultado sea cual se requiere.

Cerrando las llaves del tubo segundo y de la espita, se pone en accion la bomba aspirante, la cual estrayendo el aire del aparato hace subir el agua del manantial ó depósito al recipiente hasta llenarle completamente. Hecho esto, se cierra la llave de la bomba y se abre la del tubo segundo y la espita para que entre el agua en la botella hasta llenarla, reemplazando esta sucesivamente con las que se necesiten.

Si el agua está muy caliente se la deja enfriar en el recipiente sin el contacto del aire; si es gaseosa, perderá menos gas empleando este método de llenar las botellas sin agitar el líquido que no echandole á chorro por el método comun.

El segundo sistema de embotellado que indicamos fué ideado por uno de nosotros en union de M. Bouloumie, propietario de las aguas minerales de Witel y de Outrancourt. Se reduce á hacer salir el aire de la botella y que entre en ella al mismo tiempo el agua mineral tapándola inmediatamente.

El aparato se compone de un bastidor movible de madera que sostiene dos largueros de hierro en el que están fijos, 1.° un depósito cilíndrico muy grueso de goma elástica y 2.° otro de menor diámetro y tambien de goma elástica.

El primero de estos depósitos comunica por un lado y mediante una llave con un tubo de goma elástica ó de guta-percha que termina en regadera de agujeros muy finos para impedir que entren en el aparato las impuridades que podria haber en el manantial en que está sumerjido. Este tubo puede alargarse ó disminuirse á voluntad haciéndole en trozos unidos á rosca. Por otra parte este depósito comunica con la botella que se quiere llenar por medio de un tubo que entra hasta el fondo. La otra porcion del aparato está tambien en relacion con la botella por medio de otro tubo de goma elástica que atraviesa el depósito sin comunicar con la botella. Está terminada además por un tubo de goma como los otros ajustado á una bomba aspirante é impelente segun convenga, la cual juega mediante una série de ruedas movidas con un manubrio. En la parte inferior de todo el aparato hay un pedal con el que se puede hacer subir y bajar la botella apoyando con el pié y haciéndola que ajuste estrictamente con una rodaja de goma elástica puesta en el punto de union del tubo con el depósito.

Teniendo abiertas las llaves, se hace jugar la bomba con lo que mediante el vacio que resulta, sube el agua gradualmente llenando la botella de

abajo á arriba como en los anteriores aparatos. Luego que está llena, se afloja el pedal y se saca facilmente tapándola al punto.

Cuando se trata de una espedicion grande de aguas y de sacarlas de puntos poco accesibles como pozos, cisternas ó manantiales profundos se usa de otro aparato que se reduce á una manga cilíndrica de dimensiones arbitrarias hecha de una tela flexible, impermeable é inatacable por el agua mineral que se examina, y cerrada por sus dos estremidades por una rodaja circular de madera ó de metal (el hierro galvanizado sensiblemente inalterable nos parece que debe preferirse.) Esta manga debe aplastarse sobre si misma plegándose en fuelle al modo de los faroles chinescos, reduciéndose á un pequeño volúmen. Está metida dentro de un bastidor cuadrado compuesto de cuatro barras metálicas remachadas sobre la rodaja inferior, de manera que viene á formar una especie de caja para proteger en su interior todo el aparato. La rodaja superior lleva cuatro anillos metálicos que corren á lo largo de las barras. La inferior tiene una llave á un lado y en su centro una abertura que se cierra exactamente con un tapon cónico y metálico que en su parte superior lleva una varilla metálica terminada en un anillo y perfectamente pulimentada que sube por el centro de la manga y juega á frote por la rodaja superior, atravesando una especie de arco metálico puesto sobre ella para impedir los movimientos oscilatorios y tambien por último una gran pesa metálica que descansa sobre la rodaja.

Para usar de este aparato, se aplasta plegándole perfectamente y se baja al pozo suspendiéndole de dos poleas puestas en dos maderos fijados sólidamente enla parte superior del pozo. El operador tiene en una mano una cuerda atada al anillo de la varilla metálica en que termina el tapon, y con la otra las cuerdas que sostienen la pesa, y que sirven para levantarla. Sumerjido el aparato en el agua, se tira de la varilla, con lo que se destapa el ajugero inferior. Al mismo tiempo se levanta gradualmente la pesa, resulta de aquí un vacío en la manga, en la cual entra el agua poco á poco: luego que está llena se afloja la cuerda de la varilla, y el tapon por su propio peso cierra la abertura. Se sube el aparato sosteniendo todas las cuerdas que levantan la pesa, atándolas, luego que está fuera, al anillo superior. El aparato está entonces enteramente lleno, y adaptando á la llave inferior las botellas por cualquiera de los medios que hemos indicado anteriormente para que entre el agua de abajo á arriba, se van llenando sucesivamente.

Sea cualquiera el procedimiento que se haya seguido para embotellar, la operacion importante que viene en seguida es la de tapar las botellas. En el dia se usan para ello diversos aparatos, conocidos y descritos en muchos tratados industriales. Consisten principalmente en ablandar préviamente los tapones de corcho y hacerlos entrar en seguida, comprimiéndolos por medio de palancas en el cuello de las botellas, en el que se hinchan tapándolas herméticamente. Este método se emplea principalmente para los vinos espumosos, ó para las conservas preparadas por el *procedimiento de Appert*. Tambien se usa con las aguas gaseosas artificiales, y hablaremos de él detalladamente en el capítulo consagrado á estas últimas.

Para prevenir la alteracion del corcho y evitar su porosidad, se deben cubrir los tapones con algunos barnices particulares, cuya operacion se llama *embreado*, y se efectúa fundiendo á un calor suave un mastic compuesto de resina, cera, trementina, etc., y sumerjiendo el tapon hasta el principio del cuello de la botella, sacándole y dejándole enfriar. El mastic no debe estar demasiado caliente, sino casi pastoso, y el tapon cubierto préviamente de una especie de casquete de tela fina ó de pergamino (1) A falta de este

(1) M. Soubeiran recomienda la receta siguiente: colofonia, 750 gramos; creta pulverizada, 625 gram. esencia de trementina, 128 gr.; achiote, 15 gr. Se funde la colofonia, se añade la esencia, despues la creta y el achiote (Soubeiran; *Traité de pharmacie*. Paris, 1856, t. II, p. 673).

barniz se podrá usar cera amarilla ablandada con un poco de grasa comun. Se reemplaza tambien el mastic por cápsulas metálicas, que consisten generalmente en hojas delgadas de estaño, Se adaptan muy fuertemente sobre el tapon por medio de aparatos apropósito, cuya operacion se llama *capsulado*.

Sustancias accesorias á las aguas, y que será conveniente que las acompañen cuando se envien estas. En ciertas aguas, sobre todo del género de las llamadas *sulfurosas* y *alcalinas*, se observa la produccion mas ó menos abundante de diversas confervas, ó de materias que tienen el aspecto gleroso, formadas por principios particulares: estas sustancias deberán acompañar á las aguas cuando se remesen, en botellas llenas del agua mineral que las produce. Existen en las fuentes *ferruginosas*, en los baños y á lo largo de los conductos, depósitos rojizos, de los que tambien deberá enviarse una parte en frascos. Por último, no deberán omitirse en estas remesas algunos pedazos de las rocas de donde salen las aguas.

Remesa de las aguas. Habiendo llenado todos los cuidados prescritos en los anteriores artículos, será indispensable enviar inmediatamente el agua mineral en cajas bien cerradas, á fin de que los químicos encargados de la análisis *tarden lo menos posible*, en ponerse á examinar el agua poco despues de haberla cojido.

Será conveniente rodear las botellas con paja ó heno para evitar que se rompan, y preservarlas de las heladas, que pueden tambien hacer que se quiebren.

Recomendamos, por último, que en estas remesas y siempre que sea posible se acompañen con el agua minerales ó ejemplares geológicos del terreno próximo al punto de emergencia, porque del exámen de todos estos productos se derivan con frecuencia datos muy preciosos é indicaciones muy útiles para el químico que se dedica á este género de investigaciones.

Del aforo de las fuentes ó de la cantidad de líquido que vierten.

No es indiferente conocer con exactitud la cantidad de líquido que puede producir una fuente, á fin de saber si podrá ó no aplicarse á un servicio termal de alguna importancia; si, por ejemplo, el agua que derrama podrá servir para baños ó para chorros diversos; si podrá utilizarse para bebidas, ó para alimentar salas de respiracion, y permitirá enviarse lejos en botellas, ó por el contrario, si en razon á la corta cantidad que sale no puede servir mas que para llenar pequeñas necesidades (bebida ó escaso número de baños).

Puede conseguirse esto apreciando en un tiempo dado la cantidad de agua que sale de la fuente, recojiéndola con cuidado en una vasija aforada con exactitud de antemano, repitiendo varias veces la esperiencia y tomando el término medio.

Si por ejemplo en el espacio de un minuto vierte la fuente 10 litros, se dirá que produce en cada hora 600 litros y en cada veiticuatro horas 14400 litros

Será conveniente hacer las pruebas á diversas horas del dia, en varias estaciones y tambien en diversos tiempos, por cuyo medio podrá apreciarse si la fuente esperimenta variaciones sensibles en producto ó por el contrario si es bastante uniforme.

Sobre estos resultados podran establecerse las aplicaciones que es posible hacer con ellas, pues que si unas no sirven mas que para bebida, otras pueden llenar un servicio mas completo. Hay fuentes que dan 500,400 y

500 mil litros lo menos en cada 24 horas, mientras que otras no producen mas que 400 ó 500.

El aforo de las fuentes se practica por lo general del siguiente modo: se hace una especie de agujero en la reguera por la que corre el agua y en él se coloca una vasija de capacidad conocida, 20 á 50 litros por ejemplo. Se dispone todo de manera que el agua no pueda salir del baño mas que por la reguera y llegue al vaso receptor y se cuentan los minutos ó segundos que se han necesitado para llenarle. Repitiendo la esperiencia varias veces y tomando un término medio se llega á conocer exactamente la cantidad de líquido que vierte la fuente. Pero la operacion no se verifica siempre con tanta facilidad: con frecuencia el agua brota de la tierra ó salta de encima de las rocas formando cascada. En este último caso, he aqui la marcha que hay que seguir: se practica en el punto en que el agua se reune un estanque con tierras arcillosas que se levanta de modo que forme una especie de depósito; en una de las paredes de este y en la parte superior se dispone un tubo de vidrio ó de madera, ó tambien se abre una simple reguera escotada; el agua entonces se lanza en forma de surtidor describiendo una línea curba. Se recibe este agua en una vasija cuya capacidad se conoce de antemano y se mide el tiempo empleado para llenarla. El término medio de varias esperiencias dará tambien el verdadero producto de la fuente.

Para tener una aproximacion mayor en los resultados es conveniente emplear un reloj de segundos, cuya precaucion es indispensable sobre todo cuando se mide la cantidad de agua que dan las fuentes muy abundantes.

Se emplea, como diremos mas adelante, el *acido carbónico* que se desprende algunas veces con abundancia de ciertas fuentes minerales en baños ó topicos; con frecuencia para fabricar bicarbonatos (Vichy); para cargar las aguas ferruginosas naturales poco ricas, como las de Bourdeilles en Plombieres (1); y por último para preparar las limonadas gaseosas (les Roches, cerca de Clermont Ferrand) (2). Con objeto de apreciar si hay posibilidad de llenar todas estas condiciones es indispensable determinar por una especie de aforo la cantidad de gas producido. Para ello se recoje en un tiempo conocido y en aparatos de volúmenes bien determinados el gas carbónico que se desprende en burbujas: se analiza este gas y se ve lo que contiene de ácido carbonico real. Así supongamos que en un minuto se tengan 2 litros de gas, hallarémos 120 litros en cada hora y 2880 en las venticuatro horas. Entonces se decidirá si puede satisfacer á las necesidades que se exijen.

CAPITULO VIII.

Ojeada retrospectiva sobre la analisis de las aguas minerales.—De la analisis de indicacion ó cualitativa.

Llegamos ahora á la parte práctica de la obra, es decir á la análisis propiamente dicha: pero antes de ocuparnos de los procedimientos analíticos que consideramos actualmente como mas exactos y cuyo uso aconsejarémos en el estudio de las aguas minerales y potables; creemos que no es inútil echar una ojeada retrospectiva sobre la marcha que ha seguido la análisis química en épocas anteriores á la nuestra. Aunque los primeros ensayos emprendidos en esta via no hayan sido siempre coronados con un éxito feliz y condujesen á veces á resultados sujetos á error; creemos sin embargo

(1) Lheritier; *Clinique medicale des eaux de Plombieres*, 1er. año, 1855.
(2) O. Henry, hijo y Gonod; *Etudes chimiques et medicales sur l'eau des Roches près Clermont-Ferrand*, (*Revue medicale*), 2.ª série, 1857, t. II, p. 316.

que es deber nuestro referir los laudables esfuerzos hechos por nuestros antepasados para llegar al conocimiento de la verdad en una cuestion tan delicada como la que nos ocupa en este momento

Los antiguos admitian ya que atravesando las minas de hierro, de cobre y de plomo se cargan las aguas de principios á que deben sus propiedades terapeúticas. Aristóteles en un trabajo tan completo como lo permitia emprender el estado de las ciencias reconoció bien la accion de las aguas minerales en las sales disueltas, y por su parte habia ya sospechado la presencia de la cal y del alumbre. Vitrubio escribió poco mas ó menos en el mismo sentido, pero en ninguna de estas obras se indica la marcha analítica que haya de seguirse.

Por muchos años el estudio de las aguas minerales permaneció en un completo *statu quo*. Los Arabes, sin embargo, se ocuparon de ellas y Avicena habló de sus propiedades médicas. Carlomagno (800) dió cierto esplendor tambien á las aguas de Aix-la-Chapelle haciendo construir en ellas importantes termas.

Algunos siglos despues aparecieron tratados de importancia sobre los baños, escritos por Guainer de Pavia (1464), Savonarola (1498), Adria (1536), Fusch (1542) y por otros muchos médicos de esta época; pero es preciso ciertamente llegar á fines del siglo XVI para encontrar algunos documentos analíticos.

Winter d'Andernach (1565) atribuye todas las propiedades de las aguas minerales á la presencia del azufre, del hierro y del betun: Roch le Baillif (1577) á la de la plata, del mercurio, del cobre, del plomo, del estaño, etc.: Juan Teodosio (1593), Andrés Baccio (1596) y posteriormente Bauhino (1600) dieron descripciones mas ó menos completas de las aguas principales de Europa, pero sin que la química sacase de ellas resultados apreciables.

Realmente hasta la época de Libavio (1606) nó se hicieron progresos en esta interesante parte de la ciencia. A este autor se debe como principal procedimiento de análisis la evaporacion del agua para hallar el peso del resíduo salino comparativamente á la cantidad de líquido empleado. (1)

Algunos años despues (1650) apareció Van Helmont uno de los mas grandes ingenios de que pueden gloriarse los Paises bajos, celebre ya por sus trabajos científicos que le habian colocado entre los primeros sábios de Europa. Examinando las aguas de Spa fué el primero que demostró la presencia del *gas silvestre* (ácido carbónico) en las aguas minerales. (2)

Roberto Boyle (1663), cuyos numerosos descubrimientos le habian adquirido tan justa fama, publicó una obra muy completa sobre las aguas de Inglaterra (3) y á el se deben los primeros reactivos de que se hace uso con verdadero acierto. El fué el que descubrió que el *jarabe de violetas* y el *zumo de aciano* tenian la propiedad de enverdecerse bajo la influencia de los álcalis y de enrojecerse en contacto de los ácidos: que el *palo Brasil* y la *cochinilla* avivaban su color por lo accion de los ácidos y volvian á recobrar el primitivo con los álcalis. Este fué el punto de partida de los reactivos de color, cuyo número debia aumentarse despues considerablemente y que Burlet en 1707 ideó reemplazar con papeles impregnados de ellos y secados despues.

A Boyle se debe tambien la noticia de otras reacciones, tales son: el

(1) Libavius; *De judicio aquarum mineralium*. Opera, vol. II, en folio. Francfort, 1606.
(2) Van Helmont; *Ortus medicinæ. De litiasi*. editio 4.ª Lugduni, 1656, 1 vol. en fol.—Hœfer, *Histoire de la chimie*. 1843, t. II, p. 144.
(3) Roberto Boyle; *Apparatus brevis ad naturalem et experimentalem aquarum mineralium historiam*, etc., Londres, 1685.

color azul celeste que toma una sal de cobre por la accion del álcali volátil (amoniaco): el *precipitado blanco* que produce la plata con la sal marina y con su ácido (ClH): y por último la propiedad que tiene tambien la plata de tomar color amarillo ó pardo con las emanaciones sulfurosas. En 1785 prosiguió sus investigaciones sobre los sulfuros y se convenció del *ennegrecimiento* de los vitriolos de hierro y de cobre (SO^3 FeO, SO^3 CuO) cuando se echa en ellos hígado de azufre (sulfuro de potasio): y por último añadió el caracter peculiar del arsénico de *ennegrecerse* con el vitriolo.

Dado este impulso, cada nacion Europea quiso rivalizar en el nuevo estudio: Francia, Alemania, Inglaterra, Suecia y aun la Suiza vieron salir á luz una considerable série de trabajos sobre la hidrolojía. Duclos (1667), que en sus interesantes esperiencias con objeto de hacer potable el agua del mar habia llegado á descubrir en ella el sulfato de magnesia, recibió de la Academia de ciencias de Paris el encargo de examinar en union de Bourdelin la mayor parte de las aguas de Francia. Estos dos sabios publicaron en 1675 los resultados de sus trabajos que aunque imperfectos debian sin embargo con el tiempo prestar útiles servicios mostrando el camino para semejantes investigaciones (1). Añadió Duclos á los reactivos ya conocidos la *infusion de agallas* para reconocer las sales de hierro, el *vitriolo de hierro* y por último la tintura de tornasol. Ensayó tambien el sabor de las aguas, la sulubilidad mayor ó menor de las materias salinas que contienen, el uso del microscopio y el del hierro enrojecido, sobre el que echadas las sustancias salinas presentan diversos resultados (fusion, decrepitacion, desprendimiento de vapores etc.)

Urbano Hierne descubrió en 1680 con el nombre de nitro el *natron* en las aguas de Egra y publicó interesantes estudios sobre las aguas acídulas de Suecia (2), al mismo tiempo que Lister descubria (1682) la cal en algunas manantiales de Inglaterra (3). Pocós años despues (1696) publicó Grew sus investigaciones sobre la composicion de la *magnesia vitriolada* (sulfato de magnesia) tan abundante en Epsom, Sedlitz y Seidschutz, y que en realidad no debia ser bien descrita hasta el siglo siguiente por J. Black (1755). Debemos á Walerio (1697). (4) ana nueva serie de reactivos de los que los mas importantes son sin duda alguna *el nitro, la sal marina, la sal amoniaco, el azúcar de saturno* (acetato de plomo), los ácidos nitroso y marino, etc. Por último Regis y Didier (1699) (5) aconsejaron la *tintura de malva*, reactivo tan delicado que obra al modo del jarabe de violetas acusando tan claramente la presencia de los ácidos y de los álcalis.

Por entonces fué cuando Le Givre (6) contra la opinion de Duclos refirió al *alumbre* toda la accion de las aguas minerales acídulas.

A contar desde esta época la química analítica hizo todavia nuevos progresos y entró en una nueva era que se marcó igualmente con importantes resultados.

Geofroy mayor (1707) (7) reemplazó la destilacion de las aguas por una evaporacion lenta en capsulas de vidrio, cuyo nuevo método se adoptó prontamente y contó entre sus partidarios á Boulduc (8) que le empleó en sus analisis de las aguas de Passy (1707), de Bourbon-l-Archambault (1729) y de

(1) Duclos; *Observations sur les eaux de plusieurs provinces de France, faites en* 1670-1671. Paris 1675, en 18.
(2) Urbano Hierne; *Lilla vattu proffuaren*. Stockholm, 1685.
(3) Lister; *De fontibus medicatis Angliæ*. Londres, 1684.
(4) Vallerius; *Tentamina physico-chemica circa aquas thermales*. Lugduni Batav., 1699.
(5) *Histoire de l'Academie royale des sciences de Paris*, 1699.
(6) Le Givre; *Le secret des eaux minerales acides*. Paris, 1667.
(7) *Memoires de l'Academie des sciences de Paris*, 1707.
(8) *Ibid*. 1707, 1729, 1735.

Jorges (1735). Este último químico recomienda investigar las sales en el residuo salino que deja la evaporacion, perfectamente seco.

Hoffmann (1708) (1) reconoció el *carbonato de potasa* en las aguas de Carlsbad y ademas dió caractéres muy precisos para distinguir claramente la *sal marina*, tan abundante en Wiesbaden y en Hornhausen. El mismo propuso reconocerla primero en la forma regular y cúbica de sus cristales; en la decrepitacion que esperimentan sobre las ascuas; en su propiedad de dar precipitado blanco con una solucion de plata; y por último en la de disolver el oro cuando se los mezcla con agua fuerte.

Siguiendo este modo de analisis propuesto por Geofroy, es como se encontraron sucesivamente en las aguas minerales la *selenita*, (*sulfato de cal*) por Allen (1711) (2), la *sal marina calitza* (*cloruro de calcio*) por Leroy de Montpellier (1752) (3), la *sosa vitriolada* (*sulfato de sosa*) confundida por mucho tiempo con la *magnesia vitriolada* (*sulfato de magnesia*) por Stahl (1712) (4), el *nitro calizo* (*nitrato de cal*) por Home (1756) (5) y por último la *sal marina de base de magnesia* (*cloruro de magnesio*) por Margraff (1759) (6).

El doctor Springsfeld, en 1748 (7), creyó que el aire era la única causa de la disolucion de ciertas sustancias salinas en las aguas minerales y se fundaba para sostener esta opinion en que hirviéndolas se enturbiaban dando origen á sedimentos bien marcados. Venel en 1773 (8) admitió que el *espíritu mineral* no es el ácido sulfuroso volátil y sostuvo igualmente que era aire idéntico al de la atmósfera. El mismo autor trató de imitar artificialmente el agua de Seltz, pero no se llegó á conseguirlo con exactitud hasta algun tiempo despues cuando se supo que en Spa, Selters y Pirmont, el gas es aire fijo que uniéndose á diversas sales produce aguas de diferentes clases.

Este mismo gas fué tambien estudiado en aquella época por un gran número de físicos y de químicos habiendo llamado principalmente la atencion los trabajos de Black y despues los de Priestley que recomendaba prepararle haciendo actuar el vitriolo sobre la creta contra lo que el doctor Lane habia aconsejado algun tiempo antes, esto es, que se obtuviese por fermentacion. Chaulnes (9) y Rouelle el menor (10) le habian tomado tambien por objeto de sus investigaciones. Apoyándose en esta multitud de datos fué como Duchanoy dió á luz en 1779 (11) una obra apreciable sobre la fabricacion artificial de las aguas minerales.

Sawh habia propuesto en Inglaterra en 1787 un método general para analizar los manantiales, y casi al mismo tiempo el ilustre Bayen trataba de introducir igual reforma en Francia, entregándose á profundos estudios sobre las aguas sulfurosas (12). El gobierno le agregó en 1773 á Venel para estudiar de un modo general la hidrología de Francia, trabajo que desgraciadamente quedó sin concluir por la muerte de Venel ocurrida á poco tiempo. Bayen no por eso dejó de continuar sus investigaciones y á él se debe el descubrimiento del *hidrójeno sulfurado* en las aguas de Luchon, que

(1) Hoffman *Dissertatio physico-chimica selecta pars*. Lugduni Batavorum, 1708, p. 199.
(2) Allen; *Natural history of mineral waters of Great Britain*. Lond., 1711.
(3) *Memoires de l'Academie des sciences de Paris*. 1752.
(4) Stahl; *Opuscula chimico-physico-medica*. Magdebourg, 1715, en 4.°
(5) *Exp. on blacking*. Edimburgo, 1756.
(6) *Memoires de l'Academie de Berlin* 1759.
(7) Springsfeld; *Iter medicum ad thermas Aquis granenses et fontes spadanos*. Lipsiae, 1748.
(8) *Memoires de l'Academie royale des sciences.—Savants etrangers*, t. II, p. 55, 80 y 337.
(9) *Journal de physique*, 1777, p. 287.
(10) *Observations sur l'air fixe contenu dans certainines eaux minerales*. (*Opuscules physiques et chimiques* de Lavoissier. Paris, 1801, p. 157, en 8.°
(11) Duchanoy; *Essai sur l'art d'imiter les eaux minérales*. Paris, 1780 en 12.°
(12) Bayen; *Analyse des eaux de Bagneres de Louchon*. Paris, 1765, en 8.°

ya Monet (1) en 1768 y despues Bergmann (2) y Rouelle (3) en 1774 habian, cada cual por su parte, tomado por objeto de sus estudios.

Raulin, que en 1772 fué encargado de un trabajo analítico completo sobre las aguas de Francia, las comparó en 1777 con las de Alemania (4).

Las investigaciones de Lavoisier en 1780 cambiaron de nuevo las ideas recibidas hasta aquella época creando la química neumática, desde cuyo dia comienza una era que debian ilustrar Fourcroy, Berthollet, Guyton de Morrean, Klaproth, Kirwan, Westrumb, Gay-Lussac, Thenard, Murray y otros mas, cuyas útiles investigaciones han enriquecido la hidrología francesa y estrangera. Entonces aparecieron muchas obras apreciables, ya sobre las aguas de Francia, ya sobre las de los paises vecinos. Bouillon-Lagrange, (5) Alibert (6), M. M. Henry, padre é hijo (7), Boutron y Patissier (8) y despues M. Chenu, (9) han reunido un considerable número de documentos que interesan por mas de un concepto á todos los que se dedican á la ciencia de las aguas minerales.

En estos últimos años se ha dado un nuevo impulso á este género de estudios; la fundacion de la sociedad de hidrología médica de Paris y la de otras muchas análogas en los departamentos, han sido germen de escelentes y concienzudos trabajos: seria obra larga enumerar todos los que han aparecido sobre esta materia, por lo que nos limitarémos á citar en el curso de esta obra, y á medida que convenga, aquellas memorias que han procurado adelantos á la hidrología médica.

De la análisis cualitativa ó de indicacion.

Medios y reactivos para reconocer y caracterizar los principios mineralizadores de las aguas.—De los reactivos propiamente dichos.—Purificacion y preparacion de ciertos reactivos.—De los reactivos especiales de ciertos principios mineralizadores de las aguas.

Una vez cojida en las mejores condiciones posibles el agua mineral que se quiere analizar, es preciso primero someterla á un reconocimiento y *exámen preliminar* que sirve de guia á la marcha ulterior que deberá seguirse para conocer exactamente su composicion química.

Este exámen que se practica con diversos medios y pruebas, es lo que se conoce con el nombre de *análisis cualitativa ó de indicacion.*

Los medios que se emplean son muy numerosos, porque desde el uso de los sentidos y de los agentes físicos, como acabamos de decir, hasta el de la mayor parte de las sustancias químicas *metaloídicas, metálicas, ácidas, básicas, salinas* etc., se hace aplicacion de infinitos recursos, á todos los cuales se puede designar con la denominacion genérica de *reactivos*, aunque este nombre se aplica mas comunmente á las sustancias ácidas, básicas, salinas y orgánicas.

(1) Monnet; *Traité des eaux minerales.* Paris, 1768, en 12.—*Nouvelle hydrologie.* Paris, 1772, en 12.
(2) Bergmann; *Opuscules chimiques et physiques.* Dijon, 1780, t. I, p. 129, en 8.°
(3) Lavoisier; *Opuscules chimiques et physiques. loc. cit.*, t. I, p. 157.
(4) Raulin; *Traité analytique des eaux minerales en general.* Paris, 1772, en 12.—*Parallèle des eaux minerales de France et d'Allemagne.* Paris, 1777, en 12.
(5) Bouillon-Lagrange; *Essai sur les eaux minerales.* Paris, 1811, en 8.°
(6) Alibert; *Précis historique sur les eaux minerales.* Paris, 1826, en 8.°
(7) Henry, padre é hijo; *Manuel d'analyse pratique des eaux minerales et potables.* Paris, 1825, en 8.°—Henry, hijo; *Marche à suivre dans l'analyse des eaux minerales, Annales des mines*, 3.ª série, 1832, t. II, p. 401.
(8) Boutron-Charlard y Patissier; *Manuel des eaux minerales naturelles.* Paris, 1837, en 8.°
(9) Chenu; *Essai pratique sur l'action des eaux minerales.* Paris, 1840, en 8.°

Sin embargo, para nosotros es verdadero *reactivo* todo agente capaz de hacer descubrir ó producir un caracter propio para demostrar por hechos conocidos, la existencia de tal ó cual principio, de tal ó cual compuesto. Consideramos como reactivos: 1.° los *sentidos*, 2.° los *agentes físicos*, 3.° los *agentes químicos ó reactivos propiamente dichos*.

Hemos dicho que los sentidos deben colocarse en el número de los reactivos y en efecto son los primeros medios que deben utilizarse y que sirven de caracteres organolépticos segun M. Chevreul. Examinemos como pueden interpretarse.

Caracteres organolépticos.

Vista. Dada una agua, lo primero que llama la atencion es el aspecto físico que presenta.

Es perfectamente *clara, incolora ó teñida de color rojo, amarillo, verde* etc. etc?

Está *turbia ó nebulosa* por algunas materias blancas ú ocráceas que tenga en suspension: se descubren en ella algunos filamentos *blanquecinos confervoideos ó gleriformes*; presenta algunas veces *copos negros ó rojos* en el fondo de las vasijas etc?

Por último se ven desprenderse burbujas gaseosas formando rosario?

Deben servir tambien de primer medio de indicacion, el aspecto de las localidades próximas, el de los baños y de las regueras. En efecto, deberá reconocerse y hacerse mencion de la naturaleza física de las rocas, despues se observará si el caño de la fuente ó las pilas de recepcion, presentan un desprendimiento de burbujas gaseosas que se rompen en la superficie del agua sin interrupcion ó con intermitencia: se examinará si en el fondo hay confervas de diferentes especies ó sobre las paredes ó en la superficie de las pilas; en su caso se indicará si en el trayecto de las aguas ó en las pilas susodichas aparecen *masas gleriformes ó filamentos sedosos nacarados*, ó por último, y es mas frecuente depósitos rojos ocráceos que tapizan las regueras y acueductos. Todos estos fenómenos deberán anotarse exactamente porque sirven de guia en la apreciacion de la naturaleza de tal ó cual agua Añadamos á esto si á la inmediacion de las aguas se ve un vapor acuoso mas ó menos perceptible.

Olfato. Despues de la vista, el sentido del olfato sirve tambien de primera indicacion; un agua puede tener olor ó ser *inodora*, esparcir olor *aromático algo bituminoso ó petrólico*, parecido algunas veces al de *los compuestos ferrosos*; pero principalmente las aguas *sulfurosas* son las que presentan al olfato un caracter muy importante. En efecto, el agua en este caso exhala un olor de *huevos hueros*, ó á veces solo de *huevos cocidos*, muy característico.

En los manantiales se observan los mismos efectos y casi siempre este olor sirve de guia á cierta distancia para revelar su existencia.

Puede suceder tambien, aunque es muy raro, que ciertas aguas desprendan un olor de *ácido sulfuroso*, lo cual solo se verifica en la inmediacion de los volcanes. Finalmente algunas veces tambien, segun ha observado uno de nosotros en el manantial *yodo-bromurado* de Saxon en Valais, el agua esparce un olor talmente azafranado, no desagradable, y la roca inmediata es la que sobre todo presenta este caracter mas pronunciadamente.

Gusto. El sabor de un agua es tambien un escelente medio de indicacion, así por ej. un agua puede ser *salada ó salobre, alcalescente, amarga, aromática, bituminosa*, ó bien *estíptica, atramentaria, acídula, agria*, ó por último *sulfurosa*.

Tacto. Este sentido no tiene tanta importancia. Sin embargo, algunas veces puede ser aplicable al exámen de algunas aguas, v. g. las que son *untuosas* y como *jabonosas*: algunas dejan en la mano una impresion de rigidez.

En las aguas dotadas de una termalidad pronunciada es donde el tacto es verdaderamente util, así decimos que el agua es *tibia ó caliente* segun la impresion que se esperimenta al meter en ella la mano, pero entendiéndose que ha de ser solo en el manantial

Oido. El oido no puede servir gran cosa de indicacion sino en alguna otra agua en la que al desprenderse ciertos gases se oye una especie de *zumbido*: en algunas aguas intermitentes se oye tambien por intérvalos un ruido subterránco producido por la llegada del gas, tal es el agua llamada del *tambor*.

Caractéres fisicos y ópticos.

La densidad de una agua mineral es un dato de cierta importancia, porque puede servir para la comprobacion de una análisis: en efecto reproduciendo un agua por medio de soluciones artificiales se podrá ver si su peso específico se acerca al de la agua natural analizada.

Para determinar este carácter muy rara vez se hace uso de los areómetros ó pesa sales que solo suministran pruebas harto insuficientes; solo cuando se trata de aguas salinas muy ricas en sales como la del mar ó de ciertos manantiales salados, es cuando pueden tener aplicacion dichos instrumentos: pero por lo general se recurre á la operacion conocida con el nombre de *método del frasco*. Se reduce, como es bien sabido, á tomar un frasco de vidrio con tapon esmerilado, hueco y terminado en un tubo capilar abierto. Como frecuentemente la densidad de un agua mineral difiere poco de la del agua destilada, especialmente cuando aquella está poco mineralizada, se debe emplear un frasco que por lo menos quepa de 150 á 200 gramos de líquido á fin de que las diferencias de peso sean sensibles en una balanza.

Estando bien seco y limpio el frasco, se pesa con exactitud, se llena de agua destilada, hervida y enfriada hasta 12°, teniendo cuidado de ajustar bien el tapon y de que el agua suba en el tubo hasta un punto determinado, ó hasta su estremidad, enjugándo esta con un papel de filtro: se pesa de nuevo y rebajando de este peso el primero, se tendrá lo que pesa el volúmen del agua destilada que cabe en el frasco. Se hace igual operacion con el agua mineral y de la comparacion del peso de los volúmenes, á igual temperatura de las dos aguas resultará la densidad del agua que se analiza.

Supongamos que se haya obtenido por peso del agua destilada 527 y por el del agua mineral 541, representando por 1000 la densidad del agua destilada diremos:

$$527 : 541 : : 1000 : x = \frac{541000}{527} = 1026$$

Si el agua mineral fuese gaseosa y pesase menos, por ejemplo 525, diríamos:

$$527 : 525 : : 1000 : x = \frac{525000}{527} = 996$$

Por este medio se obtiene, como lo exije el principio, la relacion del peso con el volúmen, ó sea *la densidad*.

Siendo esta la relacion entre los pesos de dos volúmenes iguales de agua y de cualquier líquido puede indicarse por una simple fórmula.

Llamando p al peso del frasco vacío, p' al que tenga estando lleno de agua destilada, p'' al del mismo frasco lleno del líquido cuya densidad se busca, y D á esta, tendremos:

$$D = \frac{p'' - p}{p' - p}$$

Calor, ebulicion. La accion del calor es tambien de alguna utilidad en su aplicacion: así se ven ciertas aguas que calentándolas se enturbian, desprenden gases, y á veces mudan de color: las hay que forman *sedimentos blancos*, como sucede á las *bicarbonatadas calizas y magnesianas*; otras presentan *copos ocráceos rojos*: ó bien toman una tinta *amarilla* ó bien *verde esmeralda*, como sucede á ciertas aguas sulfurosas que pasajeramente se vuelven polisulfuradas.

Calor seco ó calcinacion. Tambien puede aplicarse á ciertos productos el calor seco esponiéndolos ya sobre las ascuas, ya en crisoles y láminas de platino ó de mica: entonces presentan fenómenos igualmente preciosos como medios de indicacion.

Por ejemplo: tal sustancia podrá *decrepitar, fundirse* y *derretirse* activando vivamente la combustion: ó bien se desecará, perderá algunas de sus propiedades físicas ó químicas, se volverá *blanca, opaca, vítrea, negra, roja, verde* etc.: al descomponerse desprenderá ciertos gases ya olorosos, ya de color ó tal vez productos oleosos empireumáticos, amoniacales y bituminosos.

Por último, podrá desaparecer calentándola fuertemente al aire si es volátil ó de naturaleza completamente orgánica y cuando el carbon puesto á descubierto se queme enteramente por el oxígeno esterior durante la calcinacion.

Soplete. Tampoco debemos olvidar la accion del soplete de que con frecuencia se echa mano para reconocer la naturaleza de algunas sustancias, mediante los diversos colores que produce ya en la llama, ya con ciertos fundentes.

La llama de alcool que se emplea con frecuencia en tales esperiencias toma diversos colores bajo la influencia de ciertas sales metálicas que se queman en ella. La llama que se puede emplear con mas ventaja es la del hidrógeno puro, y además es muy conveniente no usar mas que de un soplete de platino ó de hierro, porque el cobre ó la sosa contenida en el vidrio pueden dar por sí un color que induzca á error.

Hé aquí los colores que producen los óxidos metálicos de la primera seccion.

La potasa tiñe la llama de color. . .	violado.
La sosa.	amarillo.
La litina.	rojo de carmin.
La estronciana.	rojo muy vivo.
La cal.	rojo menos intenso.
La barita.	verde.

Tambien el ácido bórico tiñe de color verde muy marcado la llama del alcool.

Es bien sabido además que toda llama puede considerarse como formada de dos partes, una interior ó de *reduccion* y otra esterior ó de *oxidacion* y segun que se esponga el fundente á una ú otra de estas dos llamas resultan diferentes reaciones.

Veamos ahora cuales son estos fundentes cuyo número es bastante reducido; siendo los principales los que siguen.

1.° El *carbonato de sosa*, que no es delicuescente y puede obtenerse muy puro.

2.° El *cianuro de potasio*, que parte por su cianógeno y parte por su potasio obra como un cuerpo muy desoxidante; mezclado con el carbonato de sosa, activa sobremanera la reduccion.

3.° El *borato de sosa*, al que se debe privar préviamente de su agua de cristalizacion.

4.° La *silice*, que fundiéndose tambien da un vidrio cuyo color puede variar segun los óxidos metálicos que la acompañan.

5.° El *metafosfato de sosa*, $PhO^5\ NaO$, que se obtiene calentando fuertemente el fosfato neutro de sosa, y de amoniaco $PhO^5\ NaO,\ AzH^4\ O,\ HO$, y que por el calor abandona su agua y su amoniaco.

6.° El *ácido sulfúrico*: como es necesario tenerle en estado sólido se emplea al efecto el *bisulfato de potasa*: $2SO^3KO$, que por la accion del calor se descompone en sulfato de potasa neutro, SO^3KO y en ácido sulfúrico naciente:

7.° Las *sales de cobre y de hierro*.

8.° Las *sales de cobalto*, que con la *alúmina* producen un hermoso color azul característico.

Fundidos con el borato de sosa ó el metafosfato de la misma base los compuestos que contengan los metales siguientes producirán los colores que se indican en el cuadro qne ponemos á continuacion.

Resultando una perla de color, á saber:

LLAMA DE OXIDACION.	LLAMA DE REDUCCION.	METAL.
Verde botella.	Incoloro.	Hierro.
Verde gris.	Gris.	Niquel.
Azul.	Azul.	Cobalto.
Verde.	Verde.	Cromo.
Verde.	Pardo rojo.	Cobre.
Ametista.	Violado.	Manganeso.
Amarillo.	Verde sucio.	Urano (1).
Incoloro.	Pardo amarillento.	Tungsteno.
Incoloro.	Pardo rojo.	Molibdeno.
Incoloro.	Violado negruzco.	Titano.

Cuando la perla es incolora, se vuelve azul calentándola con azoato de cobalto, si la sustancia fuese alumina; y de color de rosa, si fuese magnesia.

Todas estas nociones serán indicaciones útiles para el químico encargado de un análisis de agua mineral.

Vacío barométrico y vacío neumático. El vacío barométrico, ó el obtenido con una bomba neumática, se emplea en análisis con objeto de quitar á una agua algunos principios gaseosos y ácidos gaseosos libres, si acompañan á los bicarbonatos y sulfuros, como sucede con los ácidos carbónico y sulfídrico (Longchamps-Buignet). Mas adelante detallaremos el medio de aplicar este método de analisis; esplicando el principio en que se funda.

Destilacion. La separacion de los principios por medio del vacío sin in-

(1) El vidrio obtenido con la sal de fósforo al fuego de reduccion es de un azul puro mas hermoso que el de cobalto. Si el ácido contiene hierro el vidrio toma un color enteramente distinto al fuego de reduccion, resultando rojo sanguineo y absolutamente semejante al vidrio de borax reducido. (Berzelius: *De l'emploi du chalumeau.*—Paris, 1821, en 8.° p. 115.)

tervencion del calor, puede emplearse respecto de ciertas sustancias mediante una verdadera destilacion y la influencia del calor. Se calienta entonces convenientemente tal ó cual líquido en aparatos cerrados, que á la vez que permitan conservar los principios fijos, se puedan obtener los volatilizados condensados en un refrigerante apropiado. Gay-Lusac recomienda en todas las operaciones de este género disponer la retorta con el cuello levantado, adaptarla un tubo encorvado con el que comunique con el recipiente, y que corra por un refrigerante de Liebig, que reciba una corriente de agua por un estremo y la dé salida por el otro. La disposicion de la retorta impide que puedan ser arrastradas materias fijas al recipiente.

Accion del aire. Diversos cristales espuestos al aire pueden liquidarse mas ó menos atrayendo la humedad ó bien *eflorescerse* perdiendo su agua de *cristalizacion.*

Electricidad. Mediante la influencia eléctrica, se pueden obtener efectos bastante análogos; sobre todo, el desprendimiento de los gases: tambien se produce este desprendimiento bajo la influencia de cuerpos erizados de asperezas que se echan en las aguas acídulas carbonatadas.

Caracteres ópticos. Cuando se abandona á la evaporacion espontánea sobre un vidrio un agua mineral, queda un resíduo salino, que examinado con un buen microscopio, presenta ciertos cristales cuya forma puede servir para sospechar la presencia de tales ó cuales sales: segun que su forma sea cúbica, octaédrica, romboédrica, prismática de cuatro ó seis caras, con apuntamientos, etc.; se deducirá que pueden pertenecer á cloruros, sulfatos diversos, etc.

Tambien será bueno ensayar los caracteres polarimétricos, empleando un microscopio polarizador provisto de un prisma de Nicol, segun aconsejó por primera vez Mr. Henry Fox Talbot, utilizando la variedad de accion de los cristales sobre la luz polarizada, segun el sistema cristalino á que pertenecen.

Reactivos propiamente dichos.

Caracteres químicos.

Hasta ahora no hemos empleado para el análisis preliminar de las aguas mas que los medios que nos facilitan por una parte los *sentidos*, y por otra diversos agentes físicos: pasemos ahora á la aplicacion de los que son puramente *químicos*, es decir, de los *reactivos* propiamente dichos, mediante los cuales se producen en el seno de los líquidos con quienes se mezclan cambios mas ó menos notables de olor, color, aspecto, sabor, trasparencia, etc ; que segun los hechos sentados se refieren á la presencia de tales ó cuales sustancias preexistentes en los líquidos que se ensayan.

Estos reactivos son muy numerosos y se toman de entre los metaloides, los metales, sus combinaciones ácidas y básicas y los compuestos salinos ó sales propiamente dichas (*oxisales, sales haloideas, sulfosales*): tambien los cuerpos de orígen orgánico suministran algunos, tales son las materias de diversos colores sacadas del reino vejetal (*tornasol, violeta, dalia, lombarda, malva, palo brasil, añil, cúrcuma, ramno catártico, etc.*): ciertos compuestos neutros (*alcool, eter, bencina, cloroformo, almidon, goma, azúcar*: algunos ácidos orgánicos (*benzoico, sucinico, tártrico, acético, pirogálico* y otros); diversos alcaloides (*morfina, brucina* etc.), y sustancias salinas de base orgánica: finalmente, algunos aceites volátiles se utilizan tambien como reactivos: presentaremos ejemplos de esto.

METALOIDES.

El oxígeno sirve para oxidar ó sobreoxidar ciertas sustancias, como *el hierro*, que hallándose en las aguas disuelto por lo comun en estado de protóxido, se separa de ellas en copos rojos ocráceos pasando á *sesquióxido*.

El hidrógeno y el ázoe se emplean á veces para producir un efecto enteramente contrario, esto es, para oponerse á la oxidacion: así cuando se efectúa una evaporacion en retorta, y se opera en una atmósfera compuesta de uno de estos dos gases, se evita la oxidacion ó destruccion de ciertos principios elementales, *hierro*, *ácido sulfídrico*, *sulfuros*. etc. Tambien se utiliza con frecuencia, como dijimos arriba la llama del hidrógeno para los ensayos al soplete.

El fósforo se usa como medio eudiométrico en la análisis de un gas que contenga *oxígeno* único con *ázoe*, *ácido carbónico* ó *hidrógeno*: en medio de una mezcla algo húmeda produce vapores blancos, luminosos en la oscuridad, absorviendo totalmente su oxígeno.

El cloro obra de dos maneras: 1.° como agente oxidante; 2.° como decolorante.

El bromo sirve mejor en estado de combinacion salina. Sin embargo, su solucion etérea indica, asociándole al almidon, algunos *productos* yodados, en virtud de que se forma un *yoduro azul de almidon*.

La disolucion alcoólica del *yodo* se emplea para reconocer y dosificar el azufre en las aguas sulfurosas: la *sulfidrometría* (Dupasquier) se funda en la accion que ejerce sobre los *sulfuros alcalinos* y sobre el ácido sulfídrico: este precioso reactivo puede servir tambien para descubrir los *sulfitos* y los *carbonatos alcalinos*.

Por último, el azufre se utiliza en la análisis algunas veces, por lo comun en forma de *sulfuros*, *sulfidratos* ó *ácido sulfídrico*: como tambien en estado de *sulfuro de carbono* (*ácido sulfocarbónico*), que toma color de rosa bajo la influencia del yodo, y rojo naranjado bajo la del bromo. El azufre aislado, si se agita con el agua sulfidratada simple bastante cargada, origina comunmente un *polisulfuro*: y con un sulfito produce un *hiposulfito*.

METALES.

MM. Vauquelin y Thenard han propuesto *el potasio* y *el sodio* para reconocer la verdadera naturaleza de los fosfatos. Calcinando en un tubo cerrado por una estremidad estos metales con dichas sales bien secas se obtiene un producto, que tratado con agua acidulada con ácido clorídrico, desprende hidrógeno fosforado, muy fácil de reconocer por su olor y por su inflamacion espontánea.

Tambien el potasio y el sodio pueden servir para reducir algunos compuestos, por ejemplo el ácido titánico en una mezcla que contenga silice: con el auxilio de un ligero calor detlagra vivamente la mezcla, toma color negro ó azulado, y tratada por el agua deja un residuo, en el que se puede descubrir el titano, mientras que el líquido queda cargado del silicato alcalino hecho soluble.

El hierro sumergido en los líquidos en que se quiere investigar el cobre, no tarda en cubrirse de este metal: para que el efecto se produzca bien, es necesario que el hierro esté perfectamente limpio y brillante.

El cinc puro nos facilita el medio de apreciar el arsénico en algunos residuos, pues con el agua y el ácido sulfúrico puro produce hidrógeno naciente,

que obra como reductor, transformándose en hidrógeno arseniado: se usa tambien con el mismo fin reductor para separar algunas mezclas de cloruro, de bromuro y de yoduro de plata.

El cobre puede utilizarse lo mismo que el estaño y el plomo en hojas y en láminas para reconocer algunos productos sulfurados, los cuales los ennegrecen mas ó menos marcadamente.

Se ha echado tambien mano de ellos como medios eudiométricos, rociando las láminas de cobre y de plomo con ácido sulfúrico y esponiéndolas en las mezclas de óxigeno, ázoe ó hidrógeno: el primero de estos gases es absorvido por el metal que se transforma en sulfato. Idéntico resultado se obtiene haciendo pasar la mezcla gaseosa por un tubo de porcelana calentado convenientemente, y que contenga torneaduras de cobre ó de hierro.

La plata en polvo y mejor en panes nos suministra el medio de separar el ácido sulfídrico libre del que esté combinado en estado de sulfuro.

Una lámina de platino nos sirve para calcinar en ella ciertas sustancias, y los hilos del mismo metal para las reducciones al soplete.

El mercurio agitado con un agua hidrosulfurada simple, se ennegrece robándole el azufre del principio sulfurado: sirve tambien para quitar el yodo á la benzina cargada de él (Moride).

El oro en panes mezclado con un poco de ácido clorídrico, se emplea para reconocer la presencia de un azoato: tambien unido con una pequeña cantidad de ácido azoótico nos da el medio de indicar la de un cloruro alcalino: en ambos casos hay produccion de agua régia, y por consiguiente de cloruro de oro.

ÁCIDOS.

Los ácidos son unos reactivos de los que se hace un gran uso para descomponer ciertas sales, y desalojar los ácidos que se hallan combinados en ellas; o bien apreciar diversas sustancias por los precipitados á que dan orígen: otras veces el precipitado no se forma inmediatamente sino solo mediante la agitacion y despues de largo tiempo; entonces se producen cristalizaciones, cuyas formas sirven para distinguir tales ó cuales bases.

Si, por ejemplo, se echa ácido sulfúrico, clorídrico, fosfórico, acético, etc. sobre *los carbonatos* y *bicarbonatos*, se origina un desprendimiento de *ácido carbónico* con efervescencia mas ó menos viva: si se trata de *un sulfito* se desprende *ácido sulfuroso*, fácil de reconocer por su olor y otros caracteres: si de un *sulfuro*, *potisulfuro* ó *hiposulfito*, el gas desalojado es el *sufídrico*, *precipitándose ó no azufre á la vez*, ó el *sulfuroso* con igual *precipitacion de azufre*. Las diferentes ecuaciones que siguen esplican bien estas descomposiciones: supongamos estas diversas sales formadas con el óxido de un metal cualquiera M y tratémoslas con el ácido clorídrico, tendremos:

$$SO^2\,\overline{M}O + HCl = ClM,\,HO + SO^2$$

$$\overline{S}M + HCl = ClM + SH$$

$$S_n\overline{M} + HCl = ClM + SH + S^{n-1}$$

$$S^2O^2,\,\overline{M}O + HCl = ClM,\,HO + S^2 + SO$$

El *ácido sulfúrico* con *un azoato*, en presencia del *cobre* ó del *cinc*, da orígen á vapores rutilantes muy sofocantes.

Una mezcla de *peróxido de manganeso* y de *ácido sulfúrico* unida con *un*

cloruro produce *cloro*: *yodo*, si se opera sobre *un yoduro*: y *bromo*, si sobre *un bromuro*.

$$\left.\begin{matrix} \overline{ClM} \\ \overline{BrM} \\ \overline{IM} \end{matrix}\right\} + MnO^2 + 2SO^3 = \left\{\begin{matrix} Cl \\ Br \\ I \end{matrix}\right. + SO^3\,MnO + SO^3\,\overline{MO}$$

Los *acetatos* se descomponen tambien por los mismos ácidos y desprenden *vapores acéticos* de un olor *sui generis*.

El *ácido arsenioso* disuelto se emplea para apreciar el *ácido sulfídrico libre ó combinado*: en este último caso debe añadirse otro ácido cualquiera v. g. el clorídrico; se forma inmediata, ó secundariamente, un *precipitado amarillo* soluble en el amoniaco.

El *ácido azoótico* nos sirve para disolver ciertas bases ó diversos compuestos de plata y de barita, dejando intactas otras sales de las mismas bases.

El *ácido hipoazoótico* hace aparecer la reaccion *azul det yoduro de almidon*, etc.

El *ácido cloroso* se conducirá como oxidante sobre diversos compuestos, sobre algunos sulfuros, v. g. el de hierro: el ácido oxiclórico se ha propuesto para apreciar *la potasa*.

El *ácido carbónico* disuelto en el agua, aisla muchos *carbonatos térreos* y *metálicos*, de *níquel*, *cobalto cobre*, *cal*, *estronciana* y *magnesia*, separándolos de otros compuestos como la sílice, la alúmina, y los sesquióxidos de hierro y de manganeso. Disuelve tambien algunos *fosfatos térreos*, *arseniatos* y aun *fluatos* cuando están hidratados. Por último descompone parcial ó totalmente los sulfuros de base de cal, de magnesia, de sosa y de potasa.

El ácido sulfídrico se emplea para separar muchos metales y segregar algunos de entre ellos.

Estos hechos se fundan en los precipitados obtenidos en las disoluciones siguientes:

Color del precipitado.			Metal contenido en la sal.
Negro.	Insoluble en los sulfurosos alcalinos.	La reaccion solo se verifica en sales de ácido débil, y en los líquidos neutros.	Cobalto.
	Ligeramente soluble en los sulfuros alcalinos.	La reaccion solo se verifica en sales ó en presencia de un acetato.	Niquel.
	Insoluble en un esceso de reativo.		Plomo.
	—		Plata.
	—		Cobre.
	—		Bismuto.
	—		Mercurio (proto)
	El precipitado al principio es blanco sucio que pasa á amarillo rojizo: un esceso de hidrógeno sulfurado le vuelve negro: es insoluble en un esceso de este recactivo.		Id. (deutox).

Pardo negruzco.	Soluble en un esceso de sulfidrato de amoniaco: primero toma color la disolucion, despues precipita.	Platino (protóxido y deutoxo.)
	Soluble en un esceso de sulfidrato de amoniaco: se forma en los líquidos muy ácidos. .	Oro.
	Se forma con lentitud: es soluble en los sulfuros alcalinos.	Molibdeno (protóxido y deutox).
Amarillo.	Se forma en los líquidos neutros y ácidos. .	Estaño (protox).
	Se forma en todo líquido (neutro ó ácido): insoluble en un esceso de sulfuro alcalino.	Cadmio.
	Se forma en todo ácido; no se precipita completamente en un líquido alcalino: soluble en un esceso de sulfuro alcalino. . . .	Arsénico.
	Se forma en los líquidos neutros y ácidos: se disuelve en los sulfuros alcalinos y además en la potasa y en el amoniaco: se distingue del anterior en que no es volátil y da por el calor ácido estánico.	Estaño (deutóxido).
Naranjado.	Soluble solamente en los sulfuros alcalinos y el sulfidrato de amoniaco.	Antimonio.
Blanco.	Se forma solo cuando el ácido de la sal es muy débil, como en el acetato.	Cinc.

Puesto en solucion en agua pura con el *proto-sulfuro de hierro* y echado en una agua que contenga *bicarbonatos de cal, de magnesia, de sosa ó de potasa, ó carbonatos simples*, produce *un precipitado negro* ó una tinta *gris* mas ó menos intensa segun la proporcion de estas sales.

Pero en una sal de hierro al *mínimum* no se forma precipitado.

En una sal al *máximum* resulta un sedimento amarillo que no es mas que azufre precipitado, como es fácil ver por la ecuacion siguiente:

$$3SO^3, Fe^2 O^3 + HS - 2 (SO^3 FeO) + SO^3 HO + S$$

El ácido *fluorídrico* disuelve la sílice gelatinosa en algunas mezclas.

La sílice ó ácido silícico podrá descomponer algunos sulfuros solubles; pero mas comunmente servirá como *fundente* para descubrir principios que en este caso se vuelven vitrificables.

El ácido bórico, empleado como fundente, conduce á indicar la existencia de ciertos principios por la produccion de los vidrios de diversos colores de que llevamos hecha mencion.

El ácido fluosilícico se utiliza á veces para separar la potasa de la sosa; pero mas principalmente la barita de la estronciana porque esta es soluble en él al paso que la barita da precipitado blanco.

En cuanto á los ácidos orgánicos, tambien se emplean algunos. *El acido tártrico* puede suministrar varios medios de reconocer *la potasa* y aun *el amoniaco*.

El ácido acético se usa principalmente para descomponer *los carbonatos y bicarbonatos*, y tambien sirve como los ácidos sulfúrico y clorídrico para precipitar de sus combinaciones alcalinas los ácidos *crénico, apocrénico, húmico y géico*. Es de suma importancia no emplearlos sino muy diluidos en este caso.

El ácido oxálico precipita la cal y á veces *el óxido de hierro* unido á otros compuestos.

Tambien ha sido propuesto por Mohr (1) para apreciar los álcalis.

(1) Mohr, *Traste d' analyse chimique á l' aide des liqueurs titrées*, traduccion francesa por C. Forthomme: Paris y Nancy.

Con *el ácido sucínico* cuando está saturado por una base se separa *el hierro del manganeso.*

El ácido benzóico se ha usado con el mismo objeto en estado de *benzoato de sosa.*

El *ácido carboazoótico ó pícrico* se ha indicado para aislar *la potasa*, con la que forma un compuesto casi insoluble.

El ácido tánico (tanino) que forma la base de las agallas, de las cortezas de encina y de zumaque y de otras muchas materias curtientes, es un reactivo de los mas sensibles para descubrir la presencia *del hierro* disuelto en las aguas. Produce con las sales de este metal unas veces precipitado *azúl negruzco ó violáceo*, otras un color *rosado de heces de vino* mas ó menos pronunciado: con ciertas sales calizas determina colores verdes que pasan á pardo rojos los cuales á veces pueden inducir á error atribuyéndolos á la existencia del hierro solamente.

Las infusiones de agallas, cortezas de encina, sauce, etc. producen tambien iguales efectos por razon del ácido tánico que contienen.

El *ácido fórmico* en virtud de su propiedad reductriz, se podrá aplicar en ciertos casos en que conviene reducir algunos óxidos y llegar mediante su desoxidacion parcial á hacerlos solubles en los ácidos.

ÓXIDOS METALOÍDICOS.

El *protóxido de azoc* indica la presencia del oxígeno en una mezcla gaseosa; se forma al punto gas rutilante.

El *protóxido de hidrógeno ó agua pura* es de uso continuo como disolvente de los agentes empleados y para favorecer las reacciones.

El *deutóxido de hidrógeno ó agua oxigenada*, se utiliza para oxigenar ciertos cuerpos ó para poner otros en libertad, por ejemplo el *yodo* y el *bromo* (A. Reinoso.)

ÓXIDOS METÁLICOS.

Respecto de los óxidos metálicos, tienen infinitas aplicaciones.

La sosa sirve para precipitar *la cal, la magnesia, la barita, los óxidos de hierro, de manganeso, de cobre, de cinc, la alúmina*, si no se pone con esceso: desprende tambien el amoniaco en forma gaseosa, satura ciertos óxidos y produce con ellos combinaciones salinas cuyas formas cristalinas conducen á caracterizarlas.

La *potasa* se emplea con el mismo objeto: con ella se caracteriza algunas veces el ácido acético, porque con él forma una sal muy delicuescente lo que no sucede con la sosa. Como fundente disolverá la *sílice* y la *alúmina*, sin tocar á la cal, á la magnesia ni al oxido de hierro, pero sí sensiblemente al manganeso con el que produce un hermoso compuesto *soluble, verde, rojo* ó *rosado (camaleon mineral)* que es el *manganato de potasa.*

El *amoniaco* que es de un uso diario precipita la *magnesia*, la *alúmina*, el *óxido de hierro*, el de *manganeso* y los *carbonatos térreos* disueltos á favor de un esceso de ácido carbónico, ó los *fosfatos térreos* que se hallen en iguales condiciones. Puede disolver ciertos óxidos, tales como los de *cobre* y principalmente de *niquel* produciendo líquidos de color *azul* mas ó menos intenso.

La cal disuelta en el agua anuncia la presencia del *ácido carbónico* y del ácido sulfuroso en algunas mezclas gaseosas. Da precipitados solubles ó poco solubles con los *ácidos sulfúrico, arsenioso* y *fosfórico*; y por el contrario compuestos muy solubles con los *ácidos cloridrico, nítrico* y *acético.*

Tambien puede servir para precipitar la *magnesia*, los *óxidos de hierro*, de *cobalto*, de *manganeso*, de *niquel*, de *cobre*, la *alúmina*, la *glucina*, etc., y por último desprende el *amoniaco*, con sus caractéres especiales, de las combinaciones salinas amoniacales.

La *magnesia* precipita como la cal el *hierro* de sus combinaciones salinas; se podrá hacer uso de ella para apreciar el *amoniaco* y sobre todo separar el *ácido carbónico libre* del que tiene disueltos la *cal*, los *carbonatos de cal*, de *estronciana*, de *magnesia*, de *protóxido de hierro*, de *cobalto*, etc., en estado de *bicarbonatos*: esta base los hace insolubles, mientras que otros bicarbonatos alcalinos como los de *sosa*, *potasa*, y aun de *litina* no se alteran y permanecen solubles.

La *barita* se aplica especialmente para la precipitacion del *ácido sulfúrico*: absorve tambien los *ácidos carbónico*, *sulfuroso*, *arsenioso* y despues los *ácidos arsénico*, *fosfórico* y *flousilícico*: precipita algunos óxidos metálicos como los de *hierro*, *manganeso*, *cobre*, *cobalto*, *niquel*, etc. El *deutóxido de bario* puede suministrar un oxígeno llamado *ozonizado* capaz de ejercer accion en ciertas oxidaciones particulares cuya aplicacion es ventajosa.

La *alúmina* añadida á diversos fundentes da resíduos cuyos colores *azules* y *violados* ó *rosáceos* son característicos de ciertos principios, por ejemplo el *cobalto* y la *magnesia*: además unida con el ácido sulfúrico forma con la *potasa* y el *amoniaco*, *cristales cúbicos ú octaédricos* por los que se pueden reconocer estas bases.

El óxido ferroso ó su mezcla con el óxido férrico se usa para desoxidar ciertos compuestos á favor de los principios *ferruginosos* que se sobreoxidan.

El *bióxido de manganeso* se utiliza para producir *cloro* ú *oxígeno* para algunas esperiencias de oxigenacion aplicables á la análisis.

El *deutóxido de cobre* sirve para analizar algunas mezclas gaseosas formadas de *hidrógeno*, *hidrógeno carbonado*, *óxido de carbono*, etc.

Finalmente el *óxido de plata* es un buen reactivo de un *hiposúlfito alcalino* al lado de un *sulfuro*. Se formará sulfuro argéntico insoluble, al mismo tiempo que parte de este óxido se disolverá en el sulfito que permanecerá soluble.

DE LOS COMPUESTOS SALINOS Ó SALES.

Las sales ó combinaciones salinas sirven con mucha frecuencia, y de diversos modos, como reactivos en la análisis de las aguas minerales.

Vamos á examinar las que tienen aplicacion mas ó menos comun en las investigaciones analíticas que nos ocupan.

Se hace uso frecuente de los sulfatos siguientes *neutros* ó *ácidos*.

Sulfatos.

1.° Del *sulfato ácido de alúmina* para apreciar la presencia de la *potasa* ó del *amoniaco* mediante la produccion de cristales cúbicos ú octaédricos de alumbre. Recíprocamente el *sulfato de ácido* de *potasa* y el de *amoniaco* (bisulfato) pueden servir para demostrar la existencia de la *alúmina*, por el mismo resultado.

2.° Del *sulfato de sosa* para descomponer á veces ciertas sales calizas; ó en solucion saturada para separar el sulfato de sosa existente en una mezcla salina.

3.° Del *sulfato de cal* tambien en solucion saturada: conducirá á un

fin semejante, pues dejará intacto el sulfato de cal, de un compuesto de sales de que forme parte el sulfato cálcico.

4.° Del *sulfato de magnesia* para descomponer tambien algunas sales de base de sosa y principalmente de cal y llegar á apreciar su naturaleza con exactitud.

5.° De los *sulfatos de cinc y de manganeso*: se echa mano de ellos para desulfurar algunas *aguas sulfidratadas*, con el objeto de investigar despues otros principios estraños al azufre, los *yoduros* y *bromuros*, y tambien de determinar la naturaleza de los *sulfidratos*.

6.° Del *protosulfato de hierro*: esta sal da con los *sulfidratos* y con los *sulfuros* precipitado negro: sirve tambien cuando existen simultáneamente *bicarbonatos térreos* y *ácido sulfídrico libre*.

7.° Del *sulfato de deutóxido de cobre*: que se usa para apreciar el principio sulfurado con preferencia á la sal de plata en ciertos casos.

8.° Del *sulfato de deutóxido de cobre y de amoniaco*: esta sal descubre los compuestos arseniosos produciendo un precipitado verde.

9.° Del *sulfato de plomo*: Mr. Filhol le ha propuesto y con razon para desulfurar las aguas sulfurosas y reconocer despues la naturaleza del sulfuro: este método le ha conducido á resolver la cuestion de los *sulfidratos de sulfuros*, de que trataremos mas adelante.

Sulfitos é hiposulfitos.

Se podria hacer uso de *los sulfitos* para disolver el azufre precipitado en algunas aguas sulfurosas degeneradas (aguas blancas), y *los hiposulfitos* para disolver ciertos óxidos metálicos.

Azoatos.

1.° El *azoato de cobalto* puede caracterizar tales ó cuales sustancias por el color que produce en ciertos vidrios mediante la fusion.

2.° El *azoato de plomo* descubre la existencia de los sulfatos, carbonatos, fosfatos, etc.

3.° El *azoato de uranio* se ha indicado como reactivo muy sensible de los fosfatos (Leconte).

4.° El *azoato de paladio* forma un precipitado negruzco que demuestra la existencia de los yoduros, si recojido el precipitado, disuelto en el amoniaco y mezclado con una solucion de almidon da color azul despues de añadirle poco á poco un ácido que sature el alcalí (Lassaigne, O. Henry).

5.° El *azoato de plata* se usa en la determinacion del cloro, del bromo y del yodo: los precipitados requesonados que forma deben ser insolubles en el ácido azoótico: indica la presencia de los fosfatos, si por el contrario los precipitados amarillentos se disuelven con facilidad en este ácido diluido: y por último, caracteriza el ácido arsénico y los arseniatos por el compuesto que se produce de color de ladrillo, insoluble en el agua y soluble en el amoniaco y en los ácidos. Tambien con el azoato de plata se establece la determinacion y dosificacion del ácido sulfídrico libre ó combinado.

Carbonatos y bicarbonatos.

Estas sales sirven de contínuo como reactivos en la análisis de las aguas minerales.

1.° *Los carbonatos de potasa y de sosa* precipitan todas las bases, tales

como la cal, la magnesia la alúmina, la glucina, los óxidos de hierro, de manganeso, de niquel, de cobalto y de cobre. Cuando una disolucion salina no precipita ni por el ácido sulfídrico, ni por el sulfidrato de amoniaco, indica que pertenece á un metal de una de las dos primeras secciones: se trata entonces por el carbonato de potasa ó de sosa, y se obtienen los resultados siguientes:

Carbonatos insolubles de. . . . Todos son blancos.	Barita.
	Estronciana.
	Cal
	Magnesia.
Carbonatos solubles de.	Potasa.
	Sosa.
	Litina.
	Amoniaco.

La potasa, la sosa, la litina y el amoniaco son los únicos que no se precipitan: debiendo advertirse, sin embargo, que el carbonato de litina es poco soluble.

2.° El *carbonato de amoniaco* tambien se emplea con frecuencia en las precipitaciones citadas, y sobre todo, segun Vauquelin, para separar la glucina de la alúmina.

3.° *Los carbonatos de cal y de barita* pueden igualmente precipitar los óxidos de hierro, de manganeso, de cobalto y de cobre.

4.° El *carbonato de plomo* se ha usado para investigar los sulfidratos de sulfuros (M. Filhol).

5.° El *carbonato de plata* puede servirnos para reconocer la naturaleza de la base de algunos sulfuros.

6.° *Los bicarbonatos de potasa y de sosa* se han usado mucho tiempo para separar con exactitud la cal y la magnesia: hoy solo se los emplea cualitativamente para este objeto.

Fosfatos.

1.° El *fosfato de sosa* se usa con mucha frecuencia para separar la cal de la magnesia: luego que con un esceso de esta sal se ha producido un precipitado blanco, si se filtra el líquido y se añade amoniaco, aparece la magnesia en copos blancos en estado de fosfato amónico-magnesiano. El fosfato de sosa sirve tambien para descubrir la litina.

2.° El *fosfato de amoniaco* obra de una manera análoga sobre ciertas sales magnesianas: en union del fosfato anterior nos suministra un fundente para los ensayos al soplete, del que se saca buen partido por el color de los vidrios fosfáticos obtenidos, azules, verdes ó blancos, que hemos mencionado antes.

3.° El *fosfato de magnesia* en disolucion descubre indicios ligeros de amoniaco libre, por el depósito blanco en copos que origina.

4.° *Los fosfatos de plomo y de plata* se usan para determinar la naturaleza de la base de los sulfuros que mineralizan algunas aguas minerales.

Arseniatos.

El *arseniato de sosa* puede, mediante una adicion de ácido clorídrico, indicar la presencia del ácido sulfídrico libre ó combinado: por sí solo dá con las sales de cobre un precipitado verde prado (verde de Scheele): añadién-

dole un poco de acetato de sosa, el color verde toma un viso mucho mas vivo (verde de Schweinfurt).

Silicatos

El *ácido silícico libre ó combinado* unido con determinadas sustancias de las contenidas en las aguas, dá orígen á vidrios de diversos colores (silicatos) que indican la existencia de tales ó cuales sustancias.

Boratos.

Se usan *los boratos* y con especialidad *el de sosa* en los ensayos al soplete, por los colores de los vidrios resultantes, que conducen á apreciar la naturaleza de este ó el otro elemento que se busca.

Fluosilicatos.

Se ha propuesto el *fluosilicato de sosa* para separar la barita de la estronciana, de las cuales precipita la primera en estado insoluble.

Fluoboratos.

La formacion de estos compuestos se ha puesto en juego para investigar la presencia del ácido bórico. Para ello Mr. Stromeyer fija el ácido bórico en la potasa, añade ácido fluorídrico y evapora la mezcla hasta sequedad. Disuelve el resíduo en una solucion salina de acetato de potasa bastante concentrada en la que es soluble el fluoruro de potasio, y de ningun modo el fluoborato. Despues de dejarlo en reposo por algunas horas, se filtra, se lava con una solucion de acetato de potasa, y despues con alcool: el resíduo seco es el fluoborato, del que por cálculo se deduce el peso que representa de ácido bórico (1)

Cloratos.

Algunas veces se hace intervenir *el clorato de potasa* en las calcinaciones como oxidante, principalmente para la produccion de los *manganatos é hipermanganatos* en la investigacion del manganeso.

Oxicloratos ó percloratos.

1.° Serullas aconseja y con razon el uso de ciertos *oxicloratos* para determinar la presencia y cantidad de *la potasa* en algunas mezclas con *la sosa*, y los elije segun la naturaleza de estos compuestos: así emplea:

1.° Para *el sulfato de potasa*, el *oxiclorato de barita*.
2.° Para *los cloruros de potasa y de sodio*, *el oxiclorato de plata*.
3.° Para *los acetatos* ú otras *sales*, el *oxiclorato de sosa*.

Permanganatos.

Desde que M. Margueritte ha utilizado las interesantísimas reacciones del *permanganato de potasa* para distinguir las sales de *hierro* al *minimum*

(1) *Journal de pharmacie et de Chimie*, 3.ª série, 1857, t. XXXI, pág. 158.

de las mismas al *maximum*, se hace aplicacion frecuente de esta sal á la dosificacion del *hierro*.

Antimoniatos.

M. Fremy aconseja el uso del *antimoniato potásico* granujiento, *bi-meta-antimoniato de potasa*, para separar la sosa de la potasa. (Ya indicaremos el modo de preparar esta sal.)

Molibdatos.

Se ha anunciado que *el molibdato de amoniaco* es un reactivo útil para reconocer *el ácido fosfórico* (1) (Svanberg y Struve). El último de estos dos autores (2) tambien aconseja la misma sal para descubrir *el arsénico*.

M. Bechamp, profesor en la facultad de Mompeller, ha dicho que el mismo reactivo, que forma en caliente con los fosfatos y *el ácido azoótico un precipitado amarillo*, produce el mismo efecto con el *ácido arsénico* (3) y aun con *el ácido azoótico*.

Tartratos dobles.

El *tartrato de potasa y de antimonio* (*emético*) se emplea para apreciar la presencia de *los principios sulfurados libres ó combinados*.

Sucinatos y benzoatos.

Los sucinatos de sosa y de amoniaco y los benzoatos de las mismas bases se han usado para separar *el hierro del manganeso*, y determinar despues sus proporciones. Ya lo hemos indicado antes.

Formiatos.

El *formiato de sosa* puede servir en algunos casos como *reductor*.

Estearo-margaratos ó jabones.

Una solucion de *jabon soluble, de base de sosa*, principalmente puede caracterizar ciertas aguas *calizas y magnesianas*. La base de *la hidrotimetria* (Boutron, F. Boudet), de que mas adelante hablaremos á nuestros lectores, es una solucion graduada de jabon.

SALES HALOIDEAS Y SULFO-SALES.

Cloruros.

Los cloruros tienen diversas aplicaciones en la análisis de las aguas minerales, así:

1.° El *cloruro de sódio*, añadido á algunas mezclas hace insolubles ciertas sales, como sucede en la dosificacion del *hierro* por una solucion

(1) *Journ. fürprakt. Chem.*, t. XLIV, pág. 257.
(2) *Bullet. de S. Petersbourg.—Journ. de pharm.* 3.ª série, 1853, t. XXIV, pág. 374.
(3) *Journ. de pharm. et de Chim.*, 3.ª série, 1856, t. XXIX, pág. 15.

graduada de *ferrocianato de potasa*, como se verá en la análisis cuantitativa (O. Henry).

2.° El *cloruro de cálcio* puede dar á conocer la presencia de los *sulfatos de sosa, de potasa* y *de magnesia*, dando lugar por doble descomposicion á *sulfato de cal* poco soluble y á cloruros de *sodio*, de *potasio* y de *magnesio* solubles.

3.° El *protocloruro de cobre* sirve para reducir ciertos compuestos oxigenados; tambien se ha propuesto para absorver el óxido de carbono y como medio eudiométrico.

4.° El *cloruro de paladio* se toma frecuentemente para determinar la presencia del *yodo* en algunos yoduros, lo mismo que el azoato del mismo metal (Lassaigne, O. Henry.)

5.° El *deuto-cloruro de mercurio* puede aprovecharse en la investigacion de los yoduros y en la de ciertas *materias orgánicas*.

6.° El *protocloruro de estaño* no deja de tener utilidad como agente reductor ó para la apreciacion de los *principios sulfurados*.

7.° El *cloruro de oro* con las *protosales de hierro* disueltas, da un *depósito violado* ó de color *purpureo de oro reducido*; algunas *materias orgánicas* precipitan tambien el oro mas ó menos perfectamente y para cerciorarse de ello, he aquí la operacion que hay que hacer. En un baloncito se introduce el agua sospechosa con algunas gotas (25 á 30 gr.) de cloruro de oro $Au^2 Cl^3$. Si la materia orgánica está en esceso, el agua pardea y se vuelve de un color de violeta azulado; hirviéndolo aumenta el color; pero si se convierte en pardo, indica que la materia orgánica disuelta en el agua escede de la proporcion comun.

Yoduros y bromuros.

Los *yoduros* pueden utilizarse para la apreciacion de algunos *principios sulfurosos*.

Cianuros.

Con los *cianuros de plata y de mercurio* y por medio del *cloro puro y seco* es facil apreciar y dosificar los vestigios aunque sean muy pequeños de *yoduros* y de *bromuros* por la produccion de *yoduro* y de *bromuro* de *cianogeno* sumamente volátiles y cristalizables en hermosas agujas sedosas. (O. Henry hijo y Humbert.)

Cianoferruros ó ferrocianatos.

Los *cianoferruros de potasio y de sodio* son de uso contínuo para determinar y dosificar el *hierro* en las aguas minerales, como tambien en los productos que dan estas.

1.° El *cianoferruro amarillo* de potasio (*prusiato amarillo de potasa*, ferrocianato de potasa), se emplea especialmente cuando el *hierro* existe en estado de sal sesquioxidada y dá entonces un precipitado azul, con el *manganeso*, el depósito es blanco rosado. Como produce una série de precipitados característicos con las soluciones metálicas, daremos el cuadro de ellos. (1)

(1) En este cuadro y en otros de los que siguen, hemos colocado cuerpos que no se han indicado todavia en las aguas minerales; pero lo hemos hecho para hacer mas completa la marcha analítica que nos proponemos.

Precipitado.		Naturaleza de las sales.
Cristalino.	No se forma mas que en los líquidos muy concentrados.	Magnesio.
		Calcio.
		Estroncio.
		Bario.
Blanco.	—	Itrio.
	—	Cerio.
	—	Lantano.
	—	Torinio.
	Gelatinoso.	Estaño (protóxido y deutóxido.)
	—	Cinc.
	—	Antimonio.
	—	Bismuto.
	—	Plomo.
	—	Cobre (protóxido).
	—	Mercurio (protóxido.
	Se vuelve de color rosado de flor de melocoton.	Manganeso.
	Se vuelve de color azul, espuesto al aire y en contacto de los oxidantes.	Hierro (protóxido).
	Se vuelve azul al aire.	Plata
	Se descompone rápidamente en bicianuro de mercurio y en protocianuro de hierro que toma color azul.	Mercurio (deutóxido.
Amarillo.	Amarillo de canario soluble en un esceso de reactivo.	Circonio.
	Verdoso.	Vanadio.
Pardo.	Oscuro.	Molibdeno.
	Castaño gelatinoso	Cobre (deutóxido).
Verde.	Pardo.	Cobalto.
	Manzana.	Niquel.
	Gris.	Cromo.
	Aceituna.	Paladio.
Azul.		Hierro (sesquióxido.
Rojo de sangre.		Uranio, (protóxido y deutóxido.)

2.° El *cianoférrido de potasio* (prusiato rojo) se reserva especialmente para las sales ó compuestos solubles de *hierro* en estado de *protóxido* (bicarbonato, protosulfato); produce con estas sales un depósito azul instantáneamente mientras que no da mas que un color lijeramente pardusco con las sales de *hierro al maximum*. Sus demás reacciones son menos características en general que las anteriores.

3.° El *cianoferruro de plata* puede emplearse como el cianuro para la investigacion del *bromo* y del *yodo* (O.Henry hijo, y Humbert).

Nitroprusiatos.

El *nitroprusiato de sosa* da un color de púrpura característico con los sulfuros alcalinos (Playfair).

Se utilizan mucho los sulfuros solubles en la análisis de las aguas minerales; así tomamos:

1.° Los *sulfuros de sodio*, ó de *calcio* para indicar algunas sales de *base de hierro*, de *manganeso*, ó tambien para separar la *magnesia*, el *cobalto*, el *niquel*, los *ácidos arsenioso, arsénico*, etc., etc.

2.° El *sulfidrato de amoniaco* sirve en los mismos casos. Los precipitados característicos y variados que da con las sales de los metales de las cuatro últimas secciones hacen de él un reactivo muy precioso.

Color del precipitado.		Naturaleza de la sal metálica.
Pardo. . .	Soluble en un esceso de reactivo . .	Oro.
		Platino.
		Estaño (protóxido.)
		Molíbdeno.
		Tungsteno.
Negro. . .	Insoluble en un esceso de reactivo. . .	Plata.
	Insoluble.	Mercurio (protóxido)
	Se vuelve blanco ó amarillo sucio con un esceso de sal de mercurio. . . .	Mercurio (deutóxido).
	Insoluble.	Plomo.
	Insoluble.	Bísmnto.
	Insoluble.	Cobre.
	Insoluble.	Hierro (protóxido).
	El líquido se tiñe primero de verde y despues se forma el depósito. . . .	Hierro (sesquióxido).
	Ligeramente soluble.	Niquel.
	Insoluble.	Cobalto.
Naranjado .	Insoluble en el amoniaco, pero soluble en los sulfuros alcalinos.	Antimonio.
Amarillo. .	Insoluble en un esceso de reactivo. . .	Cadmio.
	Soluble en el amoniaco y los sulfuros alcalinos.	Arsénico.
	Soluble en un esceso de reactivo y en los alcalis cáusticos.	Estaño (deutóxido)
	Verdoso.	Cromo.
	Pardusco insoluble.	Uranio (sesquióxido).
Blanco. . .	Se forma en los líquidos muy ácidos: insoluble en un esceso de reactivo. .	Cinc.
	Gelatinoso.	Aluminio.
Rosáceo. .	Color de carne: insoluble en un esceso de reactivo.	Manganeso.

La accion simultanea y comparativa del ácido sulfídrico y del sulfidrato de amoniaco es de suma importancia; pues que permite separar ya los metales en diferentes grupos, lo cual facilita singularmente la análisis. El cuadro siguiente lo indica de un modo claro y facil de concebir.

METALES.	Cuyos sulfuros insolubles en agua y los ácidos se precipitan con el ácido sulfídrico.	El sulfuro precipitado es soluble en los sulfuros alcalinos; con estos últimos forma sulfo-sales en las que desempeña el papel de cuerpo electro negativo.	Oro, platino, iridio, molíbdeno, antimonio, estaño (protóxido y deutóxido), arsénico (arsénitos y arseniatos.)
		El sulfuro precipitado no es soluble en los sulfuros alcalinos. .	Plomo, plata, paladio, mercurio, (protóxido y bióxido) bismuto cobre, y cádmio.
	Cuyos sulfuros son insolubles en agua, pero solubles en los ácidos que desde entonces no son precipitables por el hidrógeno sulfurado de sus solucíones ácidas, pero sí de sus disoluciones alcalinas con este mismo ácido: precipitables tambien por el sulfidrato de amoniaco. .	El precipitado formado por el sulfidrato de amoniaco es un sulfuro: la precipitacion se verifica sin desprendimiento de ácido sulfídrico. . . .	Cinc, uranio, niquel, cobalto, hierro (protóxido y sesquióxido), manganeso.
		El precipitado formado por el sulfidrato de amoniaco es un óxido; el reactivo ha obrado solo por su base y se ha desprendido el ácido sulfídrico. . . .	Cromo (sesquióxido), alúmina, glucina.
	Cuyos sulfuros solubles en agua, no son precipitables, ni por el ácido sulfídrico, ni por el sulfidrato de amoniaco. . . . . (Balard. *Lecciones de análisis dadas en el colegio de Francia.* 1855).		Barita, estronciana, cal, magnesia, potasa, litina, sosa, amoniaco. . . . .

Sulfocianuros.

El *sulfocianuro de potasio* y el de *amonio* dan un color rojo de sangre con las *persales de hierro*.

Materias orgánicas.

Además de las sustancias que acabamos de enumerar, un gran número de materias orgánicas se emplean como *reactivos*; tales son diversas *materias colorantes* producidas por los vejetales, *féculas, azúcar ó miel, alcool, eter sulfurico, aceites fijos ó volátiles* (*esencia de trementina, nafta.*)

1.° El alcool sirve para hacer insolubles ciertas sales por ejemplo, los *sulfatos de cal, de sosa* y de *magnesia*; puede además disolver otras (*cloruros, yoduros, bromuros, azoatos*) y servir entonces para aislarlas.

El color de la llama de alcool cargada de ciertas sustancias, es tambien un indicio de la existencia de tales cuerpos; así las sales de *estronciana* la tiñen de color *rojo de púrpura*, las de *litina*, de color *rojo violado*, el *ácido bórico* de verde etc.

El alcool es un disolvente de algunas sustancias *orgánicas, bituminosas estractivas* ó de *ácidos orgánicos* (*crénico* y *apocrénico*).

Se ha empleado tambien para separar el *azufre* que se precipita de algunas aguas sulfurosas y se encuentra disuelto en ellas.

2.° El *eter sulfúrico* hace tambien solubles las materias de origen bituminoso y sobre todo aisla el *bromo* de los bromuros.

3.° El *eter acético* puede elejirse ventajosamente, segun el Sr. Casaseca, para separar los *bromuros* de los *yoduros alcalinos*, siendo estos últimos los

únicos que son solubles en él. La reaccion marcha aun en presencia de una gran cantidad de las siguientes sales: *cloruros*, *sulfitos*, *hiposulfitos* y *sulfuros*. Cuando son *polisulfuros*, y el líquido no contiene mas que algunas millonésimas de yodo, es mas difícil la separacion en ciertas aguas minerales.

4.° La *esencia de trementina* y el *aceite de nafta* pueden tambien servir para análogas aplicaciones.

5.° El *cloroformo* que toma color violado con el *yodo* y rojo naranjado con el *bromo* (Moride), se ha preconizado para la investigacion del *yodo*, y por consecuencia de los *yoduros* de las aguas naturales (Rabourdin).

6.° Con el mismo objeto se ha aconsejado la *bencina* (Moride).

7.° El *almidon* ó la *fécula amilácea* reducida al estado de jalea muy clara ó de simple solucion, se emplea para la determinacion del *yodo* de los *yoduros*: forma en ciertas condiciones con estos principios, un *yoduro de almidon azul, violado* ó de *color de malva* (Gaultier de Claubry y Colin).

Otros autores en vez de engrudo prefieren el almidon bajo otras formas en estado de *polvo seco* (Marchaud) ó en forma de *hostias* (Chevallier), sobre todo bajo esta última forma es muy cómodo, porque es muy portátil.

8.° El *azúcar* ó la *miel* son agentes reductores para ciertos óxidos ó productos oxigenados.

9.° Los *alcaloides* (brucina, morfina) ó sus sales, en razon del color rojo de sangre que toman con los azoatos acidulados con el ácido sulfúrico, son reactivos preciosos para reconocer el *ácido azoótico*.

10.° Las *materias colorantes* que se aplican son muy numerosas: todas cambian de color en su contacto con tales ó cuales compuestos, y el color que desarrollan es un indicio de la presencia de estos últimos.

Estas sustancias colorantes se usan ya en *tinturas acuosas* ó *alcoólicas*, ya en *jarabes* ó en *papeles* impregnados de ellas: bajo esta última forma se llaman propiamente *papeles reactivos*.

En el número de estas materias deben contarse: el *tornasol*, el color de la *violeta*, de las *flores de malva* y de *dalia*, las *hojas de la lombarda*, la *raiz de cúrcuma* y los *leños campeche*, *brasil* y *fernambuco*.

1.° El *tornasol azul* se vuelve *rojo* con todos los *ácidos* ó con las *sales ácidas*; *rojo vinoso* con los *ácidos débiles* y *rojo de cáscara de cebolla* con los *ácidos enérgicos*: de las interesantes esperiencias debidas á M. Malaguti, se deduce que este hecho proviene únicamente de una simple cuestion de cantidad, y que todos los ácidos pueden reducir el tornasol al color de la cáscara de cebolla, cuando se los hace obrar en cantidad suficiente. (1) Si las materias son *neutras*, el color azul no cambia, y por el contrario si son *básicas*, se enrojece préviamente y vuelve á su color *azul* primitivo.

Es preciso decir, sin embargo, que ciertas sales aunque *químicamente neutras* y aun *algunas veces básicas* ofrecen anomalías. El carácter del ácido ó de la base se marca en ciertas materias colorantes aun cuando el compuesto sea *químicamente neutro*.

2.° Las *tinturas de pétalos de violeta*, de *malva* y de *dalia* ó de *hojas de lombarda*, conservadas en forma de jarabe, sirven á la vez para descubrir los *ácidos* y las *bases alcalinas*, las *sales ácidas* ó *básicas*: en el primer caso toman *color rojo*, y sobre todo en el segundo *verde*; ó bien haciendo los ensayos con mucho cuidado pueden hacer convertirse en verde ó rojo el azul primitivo como se verifica en la lombarda. Por otra parte, estas reacciones son mas sensibles principalmente con los álcalis y las sales básicas.

(1) *Journ. de pharm. et de Chim.*, 3.ª série, 1855, t. XXIII, pág. 205.

Hay tambien anomalías respecto de algunos compuestos químicamente neutros. Los *bicarbonatos térreos*, por ejemplo, enrojecen sensiblemente las tinturas de *tornasol*, de *dalia* ó de *malva*, y enverdecen igualmente las de *violeta*, *malva*, *dalia* y *lombarda*; la esplicacion de esto es fácil: en la primera fase de la esperiencia obra el ácido carbónico en esceso, y da á la tintura un color rojo vinoso; pero despues de su evaporacion, que por otra parte es rápida, se manifiesta su propiedad alcalina y se enverdece la tintura.

3.° La *tintura de cúrcuma* no cambia con las soluciones ácidas, á no ser con el *ácido bórico*, que la vuelve de color de *rosa* (H. Rose); pero adquiere un *tinte pardusco* con las sustancias básicas alcalinas.

4.° El color del *leño de brasil* ó de *Fernambuco* en presencia de los ácidos se vuelve *amarillo de cáscara de cebolla*, y con los alcalis toma un tinte *violáceo* de *heces de vino*. El ácido *sulfuroso* en cantidad inapreciable por el olfato basta para decolorarle (Berzelius). El *leño campeche* le toma *violado* con los mismos cuerpos.

La *hematoxilina*, materia colorante que existe en el leño campeche, da con la cal un magnífico *color de violeta*. Este reactivo es precioso, sobre todo para reconocer la cal que existe en las aguas potables en estado de bicarbonato soluble. Dupasquier en sus escelentes investigaciones sobre las *aguas potables*, ha sacado partido de este carácter: como estas aguas pueden contener una pequeña cantidad de bicarbonatos alcalinos, obrando tambien sobre la misma agua, se los puede precipitar con un poco de cloruro de calcio, que no da precipitado mas que cuando el agua contiene bicarbonatos de potasa ó de sosa.

5.° La *tintura de agallas*, recien hecha, produce en las sales de hierro un color *negruzco*, *violado*, *azul*, ó algunas veces solamente de *heces de vino* si contuviese poco: con los *bicarbonatos térreos* poco ácidos adquiere un color *verde*.

PAPELES REACTIVOS.

Los papeles sin cola sumerjidos en las soluciones acuosas ó alcoólicas de estas diversas materias colorantes y secos en seguida constituyen los *papeles reactivos de color*, que se conservan en frascos resguardados del contacto de la luz, y para usarlos se cortan en tiras y se sumerjen en las soluciones que se quieren examinar.

El papel *azul de tornasol* debe sumerjirse en una solucion poco cargada. El mismo rojo debe sumerjirse en una solucion ácida muy diluida, y es indispensable lavarle con gran cantidad de agua, hasta que no tenga el menor sabor agrio. Cuando se le da un ligero color violado é intermedio es muy cómodo, porque sirve para dos fines: los ácidos le hacen tomar color rojo, y los alcalis azul.

Algunas veces se cargan tambien los papeles de diversas sustancias salinas ó de otras, para los ensayos químicos de las aguas minerales, á cuyo fin se disuelven estas sustancias, se sumerjen en ellas los papeles sin cola, y despues de secos, se cortan igualmente en tiras que se conservan resguardadas de la luz y de la humedad.

Estos papeles son.

1.° *De acetato de plomo*, que toma color negro con los líquidos y gases cargados de principios sulfurados.

2.° *De cianoferruro de potasio*, que se vuelve azul con las soluciones en que hay sales de hierro.

3.° *De sulfocianuro de potasio*: se emplea tambien para descubrir las sales de hierro al máximum, por el color rojo de sangre que le dan.

4.° *De almidon*, que impregnado al tiempo de prepararle de ácido azoótico, de cloro ó de hipeclorito de cal, pasa al azul en las soluciones yoduradas.

5.° *De agallas ó de ácido tánico* para indicar las soluciones de hierro por el color negro ó de heces de vino mas ó menos intenso que adquiere: los álcalis y las tierras subalcalinas le tiñen de verde.

6.° *De sulfato de brucina ó de cloridrato de morfina*, que pueden servir para descubrir la presencia de los azoatos que se vuelven ácidos con el ácido sulfúrico muy poco calentado: estos papeles toman entonces un color rojo de sangre.

Como se ve y puede suponerse seria fácil formar una gran cantidad de papeles reactivos variados, á fin de hacer con ellos y los líquidos concentrados ensayos de indicacion.

PURIFICACION Y PREPARACION DE CIERTOS REACTIVOS.

Aunque en las artes y en el comercio se encuentran la mayor parte de los compuestos ácidos, básicos, salinos y demas que acabamos de examinar y proponer como reactivos para las indicaciones cualitativas; hay muchos que no siempre están puros; y esto se observa sobre todo en las localidades distantes de los grandes centros donde el químico encuentra dificultad para hacer provision de ellos. Por este motivo principalmente, vamos á tratar de la purificacion de los reactivos.

Muchos de estos compuestos deben estar saturados de nuevo y neutralizados; otros deben privarse de algunas materias metálicas, cobre, plomo, hierro, etc., que toman de las vasijas en que se hace en grande la preparacion en las artes.

Este exámen preliminar y las purificaciones de las sustancias empleadas como reactivos, son siempre obligatorios para los químicos encargados del análisis de las aguas minerales.

Por último, añadiremos que como ciertos reactivos se alteran con suma rapidez cuando están en solucion en el agua, es con frecuencia útil no prepararlos mas que en el momento mismo en que se va á hacer uso de ellos: citaremos como ejemplos el *protosulfato de hierro*, el *cianoférrido de potasio*, etc.

METALES.

Plata y cobre en polvo. Se obtienen estos dos metales divididos: el *primero*, sumerjiendo una lámina de cobre en una solucion de azoato de plata bastante diluida; recojiendo las particulas brillantes, lavándolas bien y dejándolas secar: el *segundo*, sumerjiendo una varilla de hierro bien limpia en una solucion diluida de sulfato de cobre, recojiendo el polvo rojo precipitado, secándole rápidamente despues de haberle lavado con cuidado, y conservándole en una vasija muy seca resguardada del aire.

ÓXIDOS.

Potasa.—(Oxido de potasio hidratado).

La *potasa por la cal* está con frecuencia impura y contiene:

1.° Ciertas sales de potasa (*sulfato, carbonato, azoato, cloruro, yoduro, bromuro*).

2.° *Alúmina y sílice.*

3.° Oxidos metálicos de *hierro, manganeso, cobre y plata.*

4.° *Materias colorantes.*

Es por lo tanto importante privarla de todos estos cuerpos estraños: tratándola con alcool se puede reducir á un estado mayor de pureza; pero si se la quiere enteramente exenta de yodo y bromo, lo cual es un punto capital y con frecuencia indispensable, sobre todo cuando se destina á la investigacion de estos dos metaloides en las aguas minerales; hé aquí como aconsejamos operar: se debe purificar simplemente el bicarbonato de potasa perfectamente cristalizado, reduciéndole á polvo fino y tratándole con alcool hirviendo: la parte insoluble es entonces el bicarbonato puro, que no hay mas que descomponer por medio de la cal cáustica, siguiendo el método conocido para la preparacion de la potasa cáustica por el alcool; ó bien se calcinará muy fuertemente el cremor de tártaro (bitartrato de potasa); el resíduo será carbonato privado siempre de yoduro; la sal se convierte en seguida con la cal en potasa cáustica.

Igualmente podrian emplearse fragmentos de potasio, quemarlos al aire y en contacto del agua para convertirlos en potasa pura.

Para preparar la potasa muy pura, completamente privada de la sílice y alúmina que contiene algunas veces, puede obtenerse como aconsejan MM. Gerhardt y Chancel (1) descomponiendo el sulfato de potasa. Se añaden á una solucion hecha en caliente con diez y seis partes de barita cáustica, nueve de sulfato de potasa puro. Cuando la saturacion es completa, una porcion del liquido acidulado con el ácido clorídrico, no debe precipitar con el sulfato de potasa.

Sosa.—(Oxido de sodio hidratado).

Es conveniente algunas veces conservar la lejía de sosa cáustica bien preparada, á fin de que no absorva el ácido carbónico del ambiente: M. Mohr (2) aconseja emplear para esto el siguiente aparato. Consiste en un frasco limpio, enteramente lleno, y por cuyo tapon atraviesa una especie de tubo en forma de alargadera que termina en una abertura muy pequeña. En este tubo se pone una mecha de algodon en la parte inferior y se llena en seguida de una mezcla de sal de Glaubero (sulfato de sosa) y de cal cáustica mezcla que, debe hacerse triturando juntas partes iguales de estas dos sustancias, y desecándolas al fuego. Con este método dice el autor que se conserva por mucho tiempo intacta la solucion sódica indicada, sin que se formen vestigios de carbonato. Se emplea tambien el mismo aparato para conservar las soluciones de potasa.

Cal.

La cal contiene frecuentemente pequeñas cantidades de cloruro de calcio y de sesquióxido de hierro, y muy rara vez sílice y alúmina. Tambien contiene potasa procedente de las cenizas de la madera con que se ha calentado el carbonato calizo.

Para obtenerla pura, el mejor procedimiento consistiria en disolver el cloruro de calcio puro en agua, precipitarle con el oxalato de amoniaco y calcinarle en un crisol de porcelana refractorio.

Barita.

Es importante para tener la barita pura prepararla en una retorta de porcelana calentada gradualmente; porque calcinada en las de gres, contiene con frecuencia vestigios de manganeso.

(1) Ch. Gerhardt et Chamel, *Precis d' analyse chimique qualitative*, Paris, 1855, pág. 32, in 12°.
(2) J. Mohr, *Traité d' analise chimique* á l' aide des liqueurs titrées; loc. cit. 1857, pág. 34.

Deutóxido de bario.

Para prepararle, se ponen en un tubo de porcelana pedazos de barita cáustica, y calentandolo fuertemente, se hace pasar por el tubo una corriente de oxígeno seco hasta que deje de absorverse este. El resultado es un producto mas oxigenado que se debe conservar en un frasco bien seco, y constituye el deutóxido de bario.

Amoniaco.

El amoniaco no debe dar precipitado con los sulfuros, porque esto indicaria que contenia sales metálicas.

ÁCIDOS.

Acido sulfúrico.

1.° *El ácido sulfúrico* deberá examinarse préviamente para ver si contiene ácido azoótico y compuestos nitrosos, sales de plomo, sulfato de hierro, principios arsenicales, y por último, las sales del agua comun empleada en su preparacion.

La presencia de los compuestos nitrosos se manifiesta por diversas reacciones muy sensibles.

1.° Por *el bicromato de potasa*, que siendo rojo naranjado por sí, comunica el mismo color al ácido sulfúrico cuando es puro; pero que bajo la influencia de los compuestos nitrosos (AzO^3 ó AzO^4) cede cierta cantidad de oxigeno, y produce el óxido de cromo verde Cr^2O^3.

2.° *La brucina y la morfina*, que son incoloras en el ácido sulfúrico puro, toman una tinta roja cuando contiene compuestos nitrosos.

3.° El *cobre* en torneaduras produce en el ácido sulfúrico nitroso un desprendimiento de vapores rutilantes.

4.° Por último, *el sulfato ferroso* da en igual caso al ácido sulfúrico color de rosa, rojo ó pardo, segun la cantidad de compuestos azoados contenidos en él (Desbassyns de Richemont).

Para purificar el ácido sulfúrico de estos compuestos se debe destilar con las convenientes precauciones en presencia del sulfato ferroso, se formará sulfato férrico, y habrá desprendimiento de ázoe ó de bióxido de ázoe.

O bien se añade al líquido un poco de sulfato de amoniaco, y se calienta; se producirá nitrato ó nitrito de esta base, ó una mezcla de ambos; como por ejemplo, en el caso de la presencia del ácido hipoazoótico, bajo la influencia del calor, las sales amoniacales mencionadas se descomponen, dando agua y protóxido de ázoe, y aun ázoe, segun lo justifican las ecuaciones:

$$(SO^3)^n\ ,\ AzO^3+SO^3,\ AzH^4O=(SO^3)^{n+1}+AzO^3,\ AzH^4O=$$
$$=(SO^3)^{n+1}+2AzO+4HO$$

$$(SO^3)^n\ ,\ AzO^3+SO^3,\ AzH^4O=(SO^3)^{n+1}+AzO^3,\ AzH^4O=$$
$$=(SO^3)^{n+1}+2Az+4HO.$$

Para privar el ácido sulfúrico de las sales arsenicales, se puede hacer pasar una corriente de hidrógeno sulfurado, que forma un precipitado amarillo de sulfuro de arsénico (Orfila), ó mejor aun, echar en el líquido un sulfuro alcalino, en cuyo caso la precipitacion es mas completa (Dupasquier).

En cuanto á las demás sales que manchan el ácido sulfúrico y que hemos indicado antes, solo pueden separarse fácilmente por la destilacion.

Las últimas investigaciones de Mr. Nicklés han demostrado de un modo perentorio la presencia del *fluor* en un gran número de ácidos sulfúricos del comercio; es, pues, necesario purificar este ácido y hé aquí cual es el método que aconseja el profesor que acabamos de citar (1), y que considera como el mas sencillo y espedito: se toma un carbonato cálcico ó barítico perfectamente puro y exento de sílice, se le añaden algunas gotas de agua y se pone en contacto con el ácido sospechoso: el ácido sulfúrico se combina con la base y el *ácido fluorídrico* que queda en descubierto se desprende rápidamente, bastando una media hora para que quede terminada la operacion: entonces se puede ensayar su ácido con una lámina de cristal de roca para juzgar de su grado de pureza, que es absoluto cuando no es atacada aquella.

Por último calentado sobre una lámina de platino el ácido sulfúrico puro no deja ningun residuo.

Acido cloridrico.

El acido clorídrico del comercio contiene con frecuencia las sustancias siguientes: *ácidos sulfuroso* y *sulfúrico, cloruro de hierro, ácido arsenioso. sales del agua comun* y por último, aunque rara vez, sus congéneres ácidos *yodídrico* y *bromídrico.*

Veamos la marcha qne hay que seguir para reconocer estos diversos productos y para desembarazarle de ellos.

Se reconoce el *ácido sulfúrico* por el precipitado blanco obtenido por medio del *cloruro de bario.*

El *ácido sulfuroso* por medio del *permanganato de potasa* que se decolora inmediatamente bajo su influencia: y tambien tratando en una redoma provista de un tubo de desprendimiento, *cinc muy puro* con el ácido sospechoso; si hay vestigios de ácido sulfuroso se forma *hidrógeno sulfurado* que tiñe de negro una sal de *plata* ó de *plomo* (Fordos y Gelis).

Se separarán tambien los productos *arsenicales* por el *hidrógeno sulfurado* ó un sulfuro alcalino ó alcalino térreo, como el *sulfuro de bario.*

Gay-Lussac ha aconsejado un medio que es muy sencillo para purificar este ácido y consiste en introducir un poco de *peróxido de manganeso* en él y destilarle; se desprende cloro que trasforma el ácido sulfuroso en ácido sulfúrico que se precipita con una sal de barita. Queda en el líquido:

Sulfato de barita.	Productos fijos.
Cloruro de manganeso.	
Cloruro de bario.	
Cloruro de arsénico.	
Acido sulfídrico.	Productos gaseosos que se desprenden desde el principio y á un calor suave.
Cloro.	
Acido clorídrico.	Que destila en forma gaseosa y al que se hace atravesar un frasquito de locion y se disuelve en un recipiente enfriado lleno de agua destilada.

(1) *Journ. de pharm. et de Chim.*, 3.ª série, 1857, t. XXXII, pág. 210.

Acido azóotico.

Este ácido que rara vez se presenta puro en el comercio, contiene compuestos *nitrosos, ácidos clorídrico, sulfúrico* y aun algunas veces *arsénico*.

Los compuestos *nitrosos* se reconocen por el sulfato ferroso y un esceso de ácido sulfúrico, el líquido se vuelve de color de *rosa* ó *pardo*.

En cuanto á los acidos *sulfúrico* y *clorídrico*, los depósitos característicos obtenidos con el cloruro de bario y el azoato ácido de plata bastan para hacer reconocer su presencia. El ácido *arsénico* se reconocerá como anteriormente.

Para purificar el ácido azótico es preciso destilarle despues de haber precipitado los ácidos que hemos mencionado. Segun Mr. Barreswil el ácido clorídrico que esté mezclado con él, pasa siempre en el primer cuarto de la destilacion.

Por último, Mr. Millon, recomienda destilarle sobre *urea* ó sobre *bicromato de potasa*; en cuyo caso hay produccion de sesquióxido de cromo verde cuando el ácido contiene compuestos nitrosos (Az O^5 ó AzO^4).

Acidos fosfórico y molibdico.

Fundándose en el precipitado amarillo que da el ácido fosfórico en presencia del molibdato de amoniaco, precipitado tan sensible que segun Mr. Sonnenschein (1), puede descubrir $\frac{1}{20000}$ de amoniaco ó de una sal amoniacal en un líquido, este autor ha aconsejado emplear como reactivo del amoniaco una mezcla de ácidos *fosfórico* y *molíbdico*.

Para obtener este reactivo se prepara el precipitado amarillo en cuestion, se calienta para desprender el amoniaco, se hierve el residuo con un poco de ácido azótico para formar de nuevo el ácido molíbdico reducido. Se trata por el carbonato de sosa, se satura por el ácido clorídrico y se obtiene así el líquido que contiene á la vez ácido fosfórico y molíbdico.

Acido sulfídrico.

El *ácido sulfídrico* en disolucion debe prepararse del modo siguiente:

Se hace disolver el gas perfectamente lavado en agua destilada, hervida antes por espacio de dos ó tres horas de modo que pierda todo el aire disuelto en ella. El líquido debe conservarse en un frasco lleno, bien tapado y es necesario ensayarle y aun renovarle frecuentemente, porque este ácido se trasforma rápidamente, sino del todo al menos en parte, en ácidos *hiposulfúrico* y aun *sulfúrico* y abandonando *azufre*.

Acido sulfuroso.

Las precauciones que acabamos de recomendar para el ácido sulfídrico deben seguirse igualmente para la preparacion del ácido *sulfuroso*.

(1) *Journal de pharmacie et de chimie* 3.ª serie, 1853, t. XXIII, p. 439.

Acido fluosilícico.

Para obtener este ácido en solucion se procede del modo siguiente: se hace una mezcla íntima de una parte de *fluato de cal* seco y tres de *arena* fina calcinada: se introduce todo en una retorta tubulada de buena capacidad; despues de haberle adaptado un tubo encorvado muy seco de bastante diámetro; es preciso que este tubo se sumerja solamente un poco en una campana de pié que contenga mercurio y encima *agua destilada*. Dispuesto todo así se echan en la retorta dos partes de *ácido sulfúrico* del comercio y se calienta gradualmente. El *ácido fluosilícico* llega al agua despues de haber atravesado el mercurio, se deposita al momento sílice gelatiniforme en copos, se echa en seguida todo sobre una tela fina y el líquido claro es *ácido fluosilícico diluido*: que se emplea para diferentes usos y particularmente para los que siguen.

Acido oxiclorico (perclorico) y oxicloratos.

Estos compuestos se usan ventajosamente en la investigacion y dosificacion de la *potasa* que contienen las aguas minerales. Hé aqui el método que ha indicado Mr. Serullas para su preparacion.

Se calienta en un crisol de Hesse *clorato de potasa*, la materia en fusion se vuelve líquida primero, despues se enturbia y empieza á espesarse cada vez mas produciendo un abundante desprendimiento de burbujas de oxígeno. Cuando se ha espesado todo, se deja enfriar, se diluye en agua pura y se favorece la solucion con auxilio del calor; por enfriamiento se forma un precipitado cristalino, granujiento, de color blanco que es *oxiclorato de potasa*.

Recojida esta sal y lavada en frio, sirve para obtener *ácido oxiclórico*, y muchos de sus *compuestos salinos*, para lo cual se debe tratar con ácido fluosilícico, filtrarla y concentrarla á un calor muy suave. El ácido oxiclórico cristaliza en este caso algunas veces; pero mas bien se emplea en estado de combinaciones salinas de *sosa*, *barita* y de *plata*: nada mas fácil que obtenerlas, para lo cual se satura el ácido con los carbonatos de *sosa*, de *barita* y de *plata*, y se evapora con precaucion. Estos oxicloratos se guardan en *estado seco* ó en *solucion alcoólica*.

Cuando se quiere obtener *oxiclorato de sosa* cristalizado se hace evaporar y se depositan cristales blancos aciculares, de sabor fresco, muy solubles que atraen la humedad y que precipitan con gran rapidez el acetato de potasa (1).

Acido acético.

Obtenido por la destilacion del vinagre comun, puede contener vestigios de *aldehida* que encubren ciertas reacciones; así es preferible prepararle descomponiendo el *acetato de sosa* por el *ácido sulfúrico puro*.

El ácido acético del comercio contiene tambien algunas veces *ácido sulfuroso*, de lo cual nos cercioraremos, por el precipitado blanco que forma con el cloruro de bario, cuando se hierve con ácido azoótico y se transforma por consiguiente en ácido sulfúrico.

(1) O. Henry, padre. *De l'emploi du potassimetre*, dans *Journal de pharm. et de chem.* serie 3.ª, 1843, t. VII, 214.

Tambien se purifica poniéndole en digestion sobre *óxido de plomo de color de pulga* que transforma en ácido sulfúrico el ácido sulfuroso y permite precipitarle por el cloruro de bario: no hay mas que decantar y destilar el líquido.

Acidos oxálico, tartárico, cítrico.

Los ácidos *oxálico*, *tartárico* y *cítrico* se obtienen tales como nos los presenta el comercio, y deben disolverse en agua destilada. M. Morh aconseja para purificar el ácido oxálico, hacerle cristalizar en una agua que esté saturada de él; tomar los hermosos cristales que resulten, escurrirlos y secarlos, enjugándolos con un papel de estraza: despues se conservan en un bocal bien tapado.

Acido pirogálico.

El *ácido pirogálico* se prepara simplemente calentando en una retorta ácido gálico. Se mantiene el aparato en un baño de aceite de 210° á 220°, y el ácido pirogálico se condensa en el cuello de la retorta en forma de agujas complanadas ó de láminas prolongadas solubles en 2 1|2 partes de agua á 13°, y algo menos en alcool y éter.

M. Liebig (1) acaba de aconsejar una modificacion, que segun dice le da hasta 31 ó 32 por 100 de ácido pirogálico, atendiendo al peso del ácido gálico empleado. Su modo de operar consiste en calentar en un baño de arena y en una retorta que se hace atravesar por una corriente de *ácido carbónico seco* una mezcla de una parte de *ácido gálico bien desecado* y dos de *piedra pomez pulverizada*. El ácido producido viene entonces á condensarse en el cuello de la retorta.

SALES.

Cloruros de calcio, de bario y de manganeso.

Se obtienen atacando con el *ácido clorídrico puro* los óxidos de estos diversos metales.

Percloruro de hierro.

Se prepara disolviendo en ácido clorídrico puro *limaduras de hierro* ó mejor cuerdas de piano, y despues tratando el protocloruro obtenido con el ácido azoótico, que le transforma en *sesquicloruro*. Se evapora hasta sequedad, y se disuelve en agua que le da color amarillo pardo.

Cloruro de estaño.

El *protocloruro de estaño* se prepara por la via húmeda disolviendo el estaño del comercio en ácido clorídrico hirviendo: es conveniente añadir un poco de ácico azoótico, que acelera la disolucion: durante la reaccion se desprende hidrógeno, que tiene un olor fétido debido á una pequeña cantidad de *hidrógeno antimoniado* SbH^3. Se cristaliza en seguida por evaporacion.

Esta sal es muy soluble en agua, pero se descompone con mucha rapidez

(1) *Repertoire de pharmacie*, 1857, t. XIV, p. 89.

sobre todo cuando se añade una gran cantidad de esta en *cloridrato de cloruro de estaño* soluble, y una combinacion insoluble de *cloruro no descompuesto* y de *óxido de estaño*.

Es un cuerpo muy ávido de oxígeno: cuando está húmedo se apodera de este gas para pasar al estado de bicloruro y de ácido estáñico: es igualmente muy ávido de cloro: este reactivo obra, pues, como desoxidante y como declorurante.

Protocloruro de cobre.

El *protocloruro de cobre* es blanco, volátil, soluble en el ácido clorídrico, que le da color pardo amarillento, y deja depositar por enfriamiento cristales blancos, tetraédricos. El agua precipita el protocloruro de cobre en forma de polvo blanco.

El amoniaco disuelve con igual facilidad este compuesto, y si se opera resguardado del contacto del aire, el líquido es incoloro; pero un vestigio de oxígeno le da color azulado.

Disuelto en el ácido clorídrico ó en el amoniaco, este cuerpo absorve muy bien el *óxido de carbono* (F. Leblanc).

Se prepara muy fácilmente, ya haciendo pasar cloro puro y seco por un esceso de cobre calentado hasta el rojo, ya calentando una mezcla de limaduras de cobre y de deutocloruro de este metal, ó por último, atacando en caliente el cobre con ácido clorídrico.

Bicloruro de platino.

Se obtiene tratando con *agua régia* restos de *platino*: la disolucion se evapora hasta sequedad, y á un calor suave. El resíduo que queda es protocloruro de platino, es negruzco y da al agua un color amarillo.

Cuando contiene *hierro*, se reconoce este último metal por el cianoferruro de potasio; y si contiene vestigios de *iridio* aunque sea $\frac{1}{1000}$ la disolucion toma un color rojo de ladrillo.

Cloruro de oro.

Se debe atacar el *oro* por el *agua régia*, obrar como con el cloruro de platino, y operar en la oscuridad, porque la luz le reduce fácilmente.

Carbonatos y bicarbonatos de potasa, de sosa y amoniaco.

Saturando las disoluciones de estos álcalis por el ácido carbónico se obtienen sus bicarbonatos, que pueden reducirse en seguida al estado neutro, ya añadiendo al producto la cantidad que se quiera del líquido primitivo (*carbonato neutro de amoniaco*), ya calcinando el bicarbonato obtenido en un crisol de plata ó de platino (*carbonatos neutros de potasa y de sosa*).

Cuando se calienta en una vasija de barro tapada con un cono de carton, una mezcla de *carbonato de cal* y de *cloridrato de amoniaco* se obtienen cristales sublimados de sesquicarbonato de amoniaco $3CO^2\ (AzH^4O)^2$.

Sulfuros de patasio, de sodio, de magnesio y de amonio. (Sulfidrato de amoniaco)

Estos compuestos se aplican con frecuencia en muchos casos de análisis, y como son facilmente alterables, puede ser útil hacerlos estemporáneamente. Para ello se emplea el *sulfuro de bario* (obtenido por la calcinacion prolongada de una mezcla íntima de *fécula*, de *aceite fijo* y de *sulfato de barita* finamente pulverizado). Se disuelve el producto en agua, se añaden con precaucion y en muy ligero esceso *sulfatos de amoniaco, de potasa y de sosa* neutros ó tambien de *magnesia*: se deja depositar completamente en un frasco enteramente lleno y privado de aire, se decantan rápidamente con sifones á propósito los líquidos muy claros, que se conservan en vasijas igualmente *llenas* y tapadas para cuando se necesiten.

Tambien puede operarse del siguiente modo: se toma una disolucion alcalina, que se divide en dos porciones: por la primera se hace pasar *hidrógeno sulfurado* hasta saturacion, y se forma un *sulfidrato de sulfuro*, y añadiendo la segunda, se regenera un *monosulfuro*.

Tomemos, por ejemplo, el sulfuro de sódio, y tendremos las reacciones siguientes muy características.

$$NaO+2HS=HO+NaS,HS.$$
$$NaS,HS+NaO.HO=2HO+2NaS.$$

El *sulfidrato de amoniaco* se altera prontamente espuesto al aire, dando un hiposulfito, y despues un sulfato, cuya presencia se demuestra fácilmente con el cloruro de bario.

Es importante conservar el *ácido sulfídrico* y los *sulfuros* en frascos de vidrio sin plomo, porque sino se forma siempre cierta cantidad de sulfuro de plomo que ennegrece el líquido.

Fosfato de sosa.

El *fosfato de sosa* se prepara tratando el *carbonato de sosa* por el *fosfato de cal*; con frecuencia contiene *cloruro de sodio y sulfato de sosa*. Se reconocen fácilmente estas dos sales estrañas: la primera por el azoato ácido de plata: la segunda por el cloruro de bario, lo cual da un doble precipitado de fosfato de plata y de sulfato de barita, de los que solo el último es insoluble en los ácidos.

El fosfato de sosa se obtiene puro por medio de muchas cristalizaciones sucesivas.

Fosfato de magnesia.

Saturando exactamente con *carbonato de magnesia* el *ácido fosfórico diluido*, diluyéndolo en bastante agua y filtrándolo, se obtiene un líquido que es la sal buscada, y que debe prepararse á medida que se mande, porque no se conserva en solucion.

Fosfatos, carbonatos y sulfatos de plomo ó de plata.

Se usan algunas veces estas sales en la análisis de las aguas: su preparacion es muy sencilla, pues consiste en añadir carbonato, fosfato ó sulfato de sosa á las soluciones diluidas de *azoato de plomo* ó de *azoato de plata*. Cuando están formados los depósitos, se lavan, se dejan secar rápidamente resguar-

dados de la luz, para conservarlos en seguida en frascos secos forrados de papel negro, principalmente los de plata.

Sulfato de cobre amoniacal.

Para obtener esta sal es preciso echar un ligero esceso de amoniaco en una solucion de sulfato de cobre, y filtrarlo en seguida.

Azoato de plata.

Cuando se quiere preparar esta sal por medio de la aleacion de la moneda, se ataca una pieza de plata con ácido azoótico, y se forman dos azoatos uno de *plata* y otro de *cobre*. Calcinándolo hasta sequedad, se produce un desprendimiento de vapores nitrosos y se tiene una mezcla de *azoato de plata* y de *óxido de cobre*, que da color á la masa: basta volverlo á tratar con agua y hacerlo cristalizar para tener la primera sal muy pura.

Puede tambien operarse del modo siguiente: se separa en dos porciones la disolucion de los azoatos, en la primera se echa potasa y se obtienen así los dos óxidos precipitados y azoato de potasa.

$$AzO^5AgO+AzO^5CuO+2KO=2(AzO^5KO)+AgO+CuO.$$

Se recoje el precipitado, se lava y se le añade la segunda porcion: el óxido de plata precipita el de cobre y se tiene:

$$AzO^5AgO+AzO^5CuO+AgO+CuO=2(AzO^5AgO)+2CuO$$

Azoato y cloruro de paladio.

El paladio reducido á hojas delgadas ó á hilos se divide en pequeños fragmentos que se introducen en un balon de vidrio, y que se tratan en caliente por el ácido azoótico ó por el agua régia: se evapora hasta sequedad con precaucion, y se conserva en frasquitos para cuando se necesite en soluciones.

Cianuro de plata.

Esta sal es de uso muy ventajoso para la investigacion de los yoduros y bromuros. Debe prepararse con gran cuidado del modo siguiente: se toma cierta cantidad de cianoferruro de potasio seco que se descompone por un fuerte calor resguardado del contacto del aire en una retorta de gres provista de un tubo encorvado que se sumerje cerca de una pulgada en el mercurio: cuando no se produce mas desprendimiento gaseoso, se deja enfriar, se rompe dicha retorta, y el resultado de la operacion es una mezcla de carbon y de *cianuro de potasio*, que se guarda con mucha rapidez en un frasco seco y bien tapado.

Disuelta esta sal en agua destilada, se filtra en seguida, se decanta clara y se le añade una solucion un poco acidulada de azoato de plata; el depósito recojido, lavado y seco prontamente resguardado de la luz, constituye el *cianuro argéntico* que es necesario guardar en vasijas muy secas tapadas con papel negro.

Cianoferruro de plata.

Este compuesto podrá reemplazar algunas veces al anterior: se obtendrá

por la mezcla de una solucion diluida de cianoferruro amarillo de potasio con otra tambien diluida de azoato de plata: recojiendo el depósito producido y despues de lavarle desecándole cuidadosamente, y conservándole del mismo modo que el anterior.

Como estas dos sales pierden difícilmente su humedad es siempre conveniente en el momento en que se vaya á hacer uso de ellas desecarlas á un calor suave, por ejemplo, al de la estufa de Gay-Lussac.

Cianoferruro y cianoférrido de potasio.

El *cianoferruro* y *cianoferrido* ó *ferro* y *ferricianuro* de *potasio* se descomponen en caliente en presencia de los ácidos que apoderándose del hierro dan orígen en este caso á sales ferrosas, que obrando á su vez sobre los prusiatos forman azul de Prusia. Conviene, pues evitar, cuando se usan, el emplear ácidos concentrados, y el calentarlos.

El ferrocianuro amarillo de potasio contiene algunas veces un poco de sulfato de potasa, lo cual se demuestra por el agua de barita ó una sal de barita soluble.

Además es conveniente no disolver el cianoférrido mas que en el momento de hacer uso de él, porque se altera por un contacto prolongado con el agua, se descompone en parte, y contiene con frecuencia azul de Prusia; por consiguiente da indicaciones erróneas.

Nitroprusiato de sosa (nitro-ferricianuro de sodio.)

Los *nitroprusiatos*, cuyo descubrimiento se debe á M. Playfair (1) tienen por lo general mucho color; y dan, por consiguiente, reacciones muy características. El nitroprusiato de sosa, que bajo la influencia de los sulfuros toma un hermoso color de púrpura, le ha aconsejado M. Bailey (2) para reconocer vestigios de azufre.

Hé aquí en qué consiste su procedimiento: se hierve la materia sospechosa con carbonato de sosa, y se forma un sulfuro alcalino que da una reaccion muy marcada aun cuando no haya mas que vestigios de sulfuro.

Esta reaccion es preciosa en el exámen de las aguas sulfurosas.

Hé aquí las mas importantes reacciones que dan los nitroprusiatos, y sobre las cuales debemos detenernos.

Azul de Prusia	Con formacion de un ferrocianuro y de un compuesto particular sulfurado de óxido de hierro y azufre.	Hidrógeno sulfurado. (3)
Color de púrpura no persistente.		Sulfuros alcalinos.
Verde claro		Cobre.
Blanco sucio		Niquel.
Color de carne		Cobalto.
Color de salmon		Hierro (protoxido).
Nada		(Hierro sesquióxido).
El color rojo de la solucion pasa á naranjado.		Álcalis cáusticos.

El nitroprusiato de sosa que es la mas empleada de estas sales, se prepara del siguiente modo. (4)

(1) Playfair, *Philosophical Magacine and Journal of sciencie*, vol. XXXVI, marzo, 1850, p. 197: abril p. 271; mayo, p. 348. Gerhardt.—*Comptes rendus des travaux de chimie*, 1850, p. 147.

(2) *Pharmaceutical Journal et Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1852 t. XXI, p. 134

(3) La reaccion no se verifica mas que bajo la influencia de una corriente de este gas y no con una simple solucion.

(4) Ch. Gerhardt *Traité de chimie organique*, Paris, 1853, t. I, p. 147, en 8.°

Se diluye el ácido azoótico del comercio en su volúmen de agua, y se determina su grado por un ensayo alcalimétrico (la cantidad de ácido que saturan 53 gr., 5 de carbonato de sosa, corresponde á 1 eq. de ácido). Se reduce el ferrocianuro á polvo y se introduce en una vasija conveniente, empleando 5 eq. de ácido para 422 gramos de sal (1 equivalente). Se echa todo el ácido á la vez sobre el cianoferruro, y se produce un enfriamiento bastante grande para atenuar la fuerza de la reaccion. La mezcla toma primero un aspecto lechoso; pero bien pronto se disuelve la sal con un color de café, despues los gases (cianógeno y ácido cianídrico) se desprenden libremente.

La solucion es completa y contiene *ferricianuro de potasio* (prusiato rojo, *nitroferricianuro* y nitrato de potasa). Se echa en un balon y se calienta en baño de maría: continúa desprendiéndose gas y al cabo de algun tiempo no da azul de Prusia con el sulfato ferroso sino un precipitado verde oscuro ó de color de pizarra. Se deja enfriar y cristalizar y se forman muchos cristales de *nitrato de potasa* y un poco de *oxamida*. El agua madre saturada con carbonato de sosa se calienta hasta la ebulicion y se forma tambien un depósito pardo ó verde. Se filtra y se separa por cristalizacion el nitrato del nitroferricianuro de sodio. Esta sal cristaliza en gruesos prismas de color *rojo de rubí* que se parecen al ferricianuro de potasio cristalizado en una solucion alcalina. No es delicuescente, se disuelve en 2 1/2 veces su peso de agua á 15°: es todavia mas soluble en caliente y no cambia de peso á 100°.

Debe conservarse en la oscuridad, porque bajo la influencia de los rayos solares toma color el líquido, se forma azul de Prusia y se desprende *bióxido de azoe* (1).

Permanganato de potasa

Esta sal se prepara por la calcinacion en un crisol de barro de una mezcla muy íntima de:

Peróxido de manganeso.	4 *partes.*
Clorato de potasa.	3 1/2
Potasa cáustica.	5

Se calienta hasta el rojo oscuro por espacio de una hora poco mas ó menos, se trata con agua y se filtra. Se concentra y depositan hermosos cristales: esta concentracion debe hacerse á un calor suave para evitar la descomposicion de la sal que se verifica por una elevacion muy considerable de la temperatura.

Antimoniato de potasa (antimoniato de potasa granugiento, bimeta-antimoniato).

Mr. Fremy ha aconsejado el uso de esta sal para aislar la sosa en ciertas análisis y ha dado el siguiente método para tenerla pura. Despues de haber calentado en un crisol partes iguales de antimonio y de nitro se lava el residuo con agua tibia, se hierve en seguida la parte insoluble casi hasta completa solucion: se filtra el líquido y se evapora en una cápsula de platino hasta consistencia de jarabe y que forme película. A esta película se añaden fragmentos de potasa para determinar la trasformacion del *antimoniato en meta-antimoniato potásico*. Se continúa la evaporacion hasta que puestas una ó dos gotas de líquido sobre un vidrio se cuaje en cristalitos: en cuyo caso se deja cristalizar y se obtiene una sal seca.

El producto (5 á 6 gramos) se trata con 15 gramos de agua fria, se

(1) Overbeck, *Annales de Poggendorf*, t. LXXXVII, p. 107.

deja en reposo y se decanta en seguida para quitarle todo el álcali: tenemos entonces el *bimeta-antimoniato* poco soluble, pero que por un largo contacto con el agua, se disuelve en ella y sirve de reactivo para *la sosa* de la que puede descubrir $\frac{1}{300}$.

Segun D. A. Reinoso, se puede preparar el antimoniato de potasa granugiento, precipitando el *protocloruro de antimonio* con un esceso de potasa hasta redisolver el precipitado. Se añade á la disolucion permanganato de potasa hasta que el líquido tome un ligero color de rosa, se filtra, se concentra y se obtiene en cristales granujientos.

Nuestra intencion no ha sido mas que indicar la preparacion de los principales reactivos y el modo de obtener en estado de pureza aquellos sobre la de que puede haber duda: hay otra gran porcion de ellos acerca de los cuales no hemos insistido y que será siempre fácil purificar por cristalizaciones sucesivas.

Por lo general *las sales amoniacales* (*cloridrato*, *acetato*, *oxalato*) pueden contener indicios de materia orgánica, lo cual se reconoce calcinándolas sobre una lámina de platino. Cuando están impuras dejan sobre el metal una mancha negra de carbon: se purifican cristalizándolas de nuevo.

De los reactivos especiales de ciertos principios mineralizadores de las aguas.

Despues de estas generalidades sobre los reactivos, pasemos á su aplicacion y veamos cuales son los que pueden servirnos para distinguir cada uno de los principios mineralizadores contenidos en las aguas y que nos parecen merecer la preferencia.

Agruparemos los cuerpos alrededor del radical que les da origen: estudiaremos primero los metaloides y despues los metales, y con cada uno de ellos examinaremos los caractéres de los compuestos ácidos ó básicos á que dá lugar: así al mismo tiempo que el azufre examinaremos los sulfuros, los ácidos sulfídrico, sulfuroso, sulfúrico, hiposulfúrico, los súlfitos, los sulfatos, los bisulfatos. Al artículo potasio agregaremos las sales que el óxido de este metal (potasa) engendra por su combinacion con los ácidos etc.

Oxígeno.

Para absorver este gas, que generalmente no está puro en las aguas sino acompañado de cantidades mas ó menos grandes de azoe y de ácido carbónico, se empieza por calentar el agua mineral en un balon, que se haya tenido cuidado de llenar bien, lo mismo que el tubo de desprendimiento. Se produce vapor de agua que se condensa en una campana colocada en una cuba de mercurio y además se desprende gas que se examina en seguida con mas detencion. Para reconocer su naturaleza, se emplea:

1.° El *fósforo*: se pone un fragmento de este cuerpo en la campana que contiene el gas en cuestion y cuyo volúmen se anota de antemano como tambien la presion y la temperatura esterior, se le sostiene con una varilla de laton, despues de haber calentado ligeramente por radiacion el fósforo que se cubre de vapores blancos y aparece luminoso en la oscuridad. Luego que pasado algun tiempo cesan de producirse los vapores, se saca el fósforo y se anota el volúmen del gas restante teniendo en cuenta de nuevo la presion barométrica y la temperatura.

Si el oxígeno estuviese puro seria absorvido enteramente por la combus-

tion activa del fósforo. Este procedimiento, aconsejado primero por Achard en 1784, se ha empleado en seguida por Lavoisier y Seguin y por último por Berthollet: al ocuparnos de la análisis cuantitativa veremos que está espuesto á muchos errores (1).

2.° Gay-Lussac (2) ha aconsejado introducir tambien en la campana sobre el mercurio y en medio del gas, una lámina de *hierro* ó de *cobre* humedecida con *ácido sulfúrico*: es un método análogo al propuesto por Teodoro de Saussure fundándose sobre la absorcion del oxígeno y del ácido carbónico por el *plomo húmedo*.

3.° Puede tambien emplearse un procedimiento debido á Dupasquier (3) que consiste en dejar en contacto por bastante tiempo el gas con una mezcla de *potasa* y de *protosulfato de hierro*. El *protóxido de hierro hidratado* al pasar al estado de *sesquióxido* absorve el oxígeno de la mezcla. Mr. Lassaigne (4) con el mismo objeto reemplaza el protosulfato de hierro por el sulfato de *protóxido de manganeso* que mezcla con la potasa.

4.° Se obtiene tambien la absorcion del oxígeno con una solucion de *protocloruro de cobre amoniacal* ó tambien de *protocloruro de cobre* disuelto en *ácido clorídrico*; pero esta absorcion solo se verifica con mucha lentitud.

5.° A estos procedimientos, añadiremos uno que es muy rápido pues que la absorcion se verifica en algunos minutos: y es el uso del *ácido pirogálico* que unido con la potasa toma color pardo casi negro en contacto del oxígeno: cuando se evapora la solucion en presencia de un esceso de alcalí se obtiene un residuo negro, gomoso, formado de acetato y de carbonato alcalino.

6.° Sin examinar los demás procedimientos que á su vez se han preconizado para la absorcion del oxígeno, diremos que se puede hacer desaparecer este gas por combustion, introduciendo un volúmen de hidrógeno doble del gas que se analiza y haciendo pasar por el eudiómetro la chispa eléctrica (Volta, Gay-Lussac) (5).

Al hablar de la análisis cuantitativa indicaremos de que modo pueden emplearse estos procedimientos para la dosificacion exacta de los principios.

Azoe.

Este gas que casi siempre se encuentra mezclado con el oxígeno, como tambien con el ácido carbónico ó el hidrógeno carbonado, quedará intacto con los procedimientos indicados para absorver el oxígeno.

Como caractéres distintivos:

No presenta mas que resultados negativos, es decir que no tiene olor, ni color: es indiferente á los papeles reactivos, apenas soluble en agua y no le absorven la potasa ni la sosa. No arde; apaga los cuerpos en combustion y hace perecer los animales metidos en él.

Se desprende naturalmente de muchas fuentes sulfurosas, ferruginosas y aun alcalinas silicatadas, en burbujas formando rosario, por lo comun intermitentes y en proporciones mas ó menos considerables.

La casi insolubilidad completa de este gas en la mayor parte de los disolventes le hace difícil de reconocer directamente; y solo despues de la desaparicion del oxígeno por combustion ó por uno de los procedimientos

(1) *Annales de chimie*, 1791, t. IX, p. 297 y 1799, t. XXXIV, p. 75.
(2) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª serie, 1841, t. IX, p. 247.
(3) Dupasquier, *Traité elementaire de chimie industrielle*, t. I, p. 181, Paris, 1841 en 8.°
(4) *Journ. de chimie medicale*, 3.ª serie, 1845, t. I, p. 575.
(5) *Annales de chimie*, 1809, t. LXXI, p. 266-325. *Annales de chimie et de physique* 1817, t. IV, p. 188.

indicados anteriormente se le podrá reconocer; pero como observa juiciosamente Mr. Marcelino Berthelot (1) cuando la cantidad de azoe es muy considerable con respecto al oxígeno, no tiene lugar la combustion de este último y es preciso añadir á la mezcla su volúmen de gas de la pila; para proceder en seguida á la combustion.

El ázoe en estado de *ácido azóotico* forma combinaciones salinas ó *azoatos*.

Los caractéres principales de los azoatos son:

1.° Fundirse sobre las ascuas.

2.° Dar *vapores rutilantes* cuando se ponen en contacto con una lámina de *cobre ó de plomo* y *ácido sulfúrico*.

3.° Producir un *color rojo de sangre* mezclados con la *morfina*, la *brucina* y algo de ácido *sulfúrico*.

4.° Por último si se hace una mezcla del *azoato* con *cloruro de sodio puro*, *oro en polvo* y *ácido sulfurico*, se produce un líquido en que se manifiesta la presencia del oro disuelto en proporcion relativa á la del compuesto azoado preexistente.

5.° Mr. Desbassyns de Richemont (2), ha propuesto hace algunos años un método fácil y de sencilla ejecucion que permite reconocer vestigios de ácido azoótico y aun de azoe. Este procedimiento es tan sensible que su autor ha reconocido una parte de ácido azoótico en 24000 de agua.

Su método está fundado en esta reaccion: que una mezcla de sulfato ferroso y de ácido sulfúrico muy puro, toma color de rosa bajo la influencia de vestigios de *bióxido de azoe*: cuando la cantidad de azoe es considerable, el color se vuelve de púrpura ó tambien pardo.

Para operar se echan en el líquido sospechoso algunas gotas de ácido sulfúrico perfectamente puro, privado de ácido nítrico ó de nitrato: el liquido se calienta, y cuando se ha enfriado ya, se le añade una solucion concentrada de sulfato ferroso: hay primero reduccion del ácido nítrico á deutóxido de ázoe y formacion de *sulfato férrico*: despues obrando el esceso de sulfato férrico, da el color antes mencionado.

En cuanto á la investigacion del ázoe en una mezcla gaseosa, es preciso operar en un eudiómetro de mercurio en presencia de una mezcla de oxígeno é hidrógeno, y despues de la combustion buscar el ácido nítrico producido; pero como no se puede nunca estar seguros de tener el hidrógeno y oxígeno perfectamente privados de aire, la operacion es con frecuencia muy delicada ó espuesta á errores; así en este caso preferimos los métodos que hemos aconsejado antes.

9.° M. James Higgin (3), aprovechando la accion descomponente del *ácido azoótico* sobre los yoduros, ha propuesto añadir al líquido en que se quiera buscar este principio, un poco de ácido sulfúrico puro, de yoduro de potasio y de engrudo recien preparado.

Se echa primero el ácido sulfúrico, y se calienta hasta ebulicion: se deja enfriar; y se forma un sulfato, quedando el ácido nítrico á descubierto. Echando entonces un poco de mezcla de almidon y de yoduro de potasio, se produce un color de yoduro azul de almidon mas ó menos intenso.

7.° M. VV. Davy (4), fundándose en el color de púrpura que dan los *nitroprusiatos alcalinos* con los *sulfuros*, ha propuesto igualmente la transformacion del nitrato en *nitroprusiato*, añadiéndole ferrocianuro amarillo y ácido clorídrico. Se calienta hasta 70°, y despues de frio se añade carbonato de

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª serie, 1857, t. LI, p. 59 y siguientes.
(2) Berzelius. *Annuaire des sciences chimiques*, trad. por Gerhardt, Paris, 1859, p. 5, en 32.
(3) *Journal de pharmacie et de chimie* 3.ª serie, 1850, t. XVIII, p. 378.
(4) *Ibid.* 1853, t. XXIV, p. 206.

potasa ó de sosa, se filtra, y añadiendo un poco de sulfuro, se produce la reaccion de color de rosa.

Este procedimiento, aunque muy sensible, exije minuciosas precauciones: así cuando el ázoe está en muy pequeña cantidad, es preciso, antes de añadir el carbonato alcalino, que la mezcla hecha con el líquido, el cianoferruro y el ácido cloridrico, tenga la temperatura ordinaria, porque un calor de 38° basta para que el nitroprusiato se descomponga bajo la influencia del carbonato.

8.° Por último, diremos que los azoatos descompuestos por el ácido sulfurico dan ácido nítrico naciente, que tiñe las materias orgánicas de color amarillo (pluma, seda) y decolora el sulfato de índigo.

9.° Los azoatos fundidos con el hidrato de potasa ó de sosa, y una materia orgánica ternaria no azoada, tal como el almidon, la goma ó el azúcar dan siempre lugar á un desprendimiento de *gas amoniaco*.

Es muy evidente que en las investigaciones que se hacen sobre productos que contienen muy pocos azoatos (aguas potables, aguas minerales), no debe operarse mas que sobre líquidos convenientemente concentrados.

El ázoe se encuentra tambien en forma de amoniaco: hablaremos de él en el artículo *amonio*.

Hidrógeno (hidrogenos carbonados, hidrogeno sulfurado) (1).

En algunas aguas se reconoce la presencia mas bien del hidrógeno carbonado que del hidrógeno puro, como las de los estánques ó pantanos. Hay muchas fuentes en Italia, América, etc., que tambien le contienen. El *hidrógeno protocarbonado* incoloro, sin olor, muy poco soluble en agua, es un gas indiferente á los papeles reactivos, que no puede absorver la potasa, inflamable, y que arde con una llama blanca ó azulada bastante viva. El resultado de la combustion es ácido carbónico y agua.

$$C^2H^4+O^8=2CO^2+4HO.$$

1.° El *cloro* en contacto con él en la oscuridad se combina lentamente y le absorve.

2.° Mezclado con el *oxígeno* en volúmenes conocidos en una campana y haciendo pasar la chispa eléctrica, ó mejor aunque con mas lentitud por el contacto de la esponja de platino, se convierte en *agua* y en ácido carbónico, como por la combustion: el hidrógeno puro en las mismas circunstancias no dá mas que *agua*.

3.° Haciéndole pasar por un tubo sobre deutóxido de cobre convenientemente calentado, queda por producto *agua* y *ácido carbónico*.

Este gas, que solo se disuelve con mucha lentitud en la mayor parte de los disolventes empleados, puede, sin embargo, disolverse en parte por alcool absoluto, y bien privado de aire, que calentado hasta la ebulicion regenera este gas en estado de pureza. Es necesario lavarle con agua para quitarle los vestigios de alcool que puede contener. Este carácter indicado por Mr. Berthelot, sirve para diferenciar este gas del hidrógeno puro.

El *hidrógeno bicarbonado ó gas oleificante* que es menos frecuente, y sobre todo menos abundante que el primero en las aguas, es mas soluble en alcool y en el protocloruro de cobre.

1.° El bromo, el cloro y el yodo son los que principalmente absorven este gas.

(1) El hidrógeno sulfurado á causa de sus grandes relaciones con los sulfuros le trataremos en el artículo *Azufre*.

El bromo sobre todo tiene una accion muy marcada y mas rápida que sus congéneres, y dá entonces el licor de los holandeses bromado ($C^4H^4Br^2$). El esceso de bromo se quita con la potasa.

2.° El ácido sulfúrico fumante le absorve completamente, dando ácido *isetiónico* ($C^4H^4,2HO,2SO3$).

3.° Este gas arde con una llama mucho mas clara que el anterior, dando ácido carbónico, agua y un depósito de carbon.

$$C^4H^4+O^8=2CO^2+4HO+C^2.$$

Carbono.

El carbono no se ha encontrado en estado natural en las aguas, sino únicamente formando compuestos orgánicos oleosos y bituminosos (véase mas adelante) ó en combinacion con el *hidrógeno*, como hemos dicho antes, y con el *oxígeno* (*óxido de carbono*, *ácido carbónico*), y ulteriormente en estado salino, en *carbonato* y *bicarbonato*.

Oxido de carbono. Este gas que hasta ahora no se ha indicado en las aguas, podria acompañar al hidrógeno carbonado de que acabamos de tratar.

1.° Es un gas sin color ni olor, indiferente á los papeles de color que no le absorve la potasa, pero sí el potasio en fusion (VVill), que arde con una llama *azul* cuando se inflama, y da entonces ácido carbónico ($CO+O=CO^2$).

2.° Es absorvido por el *protocloruro de cobre* disuelto en ácido cloridrico ó en amoniaco (1), que puede absorver hasta 15 ó 20 veces su volúmen aun en presencia de otros gases. El líquido pierde por la ebulicion el gas absorvido y le regenera, pero retiene los últimos vestigios con gran tenacidad. La reaccion debe efectuarse sobre el mercurio, aunque este producto le ataque, y además hay que observar que el gas desprendido contiene siempre vapores cloridricos que es menester absorver por la potasa. Segun M. Leblanc, este compuesto está formado de dos átomos de cobre para uno de óxido de carbono; pero segun M. Berthelot, esta combinacion que se puede hacer que llegue á cristalizar, está compuesta de $CO,2Cu^2Cl+4$ Aq (2).

3.° Mezclado con oxígeno en un eudiómetro, se transforma por medio de la chispa eléctrica ó solo en presencia de la esponja de platino en *ácido carbónico*.

4.° Cuando se hace atravesar por un tubo que contenga deutóxido de cobre fuertemente calentado, no da mas que *ácido carbónico*.

Acido carbónico. Este compuesto sumamente comun en las aguas, sea en estado de *ácido* ó en el de *combinaciones salinas* (neutras, básicas, ácidas), presenta caracteres perfectamente marcados. En estado libre constituye un gas incoloro, de olor picante y particular, que no es realmente sensible mas que cuando está en grandes masas, como en ciertas grutas ó en el caño de fuentes acídulas ricas (Boyat, Saint-Galmier, Saint-Alban, etc.), enrojece de una manera mas ó menos rápida los colores azules vejetales, apaga los cuerpos en combustion, mata los animales sumerjidos en él, enturbia las aguas de cal y de barita: todas las soluciones salinas, metálicas, precipitan el ácido carbónico, á escepcion de las que tienen por base la *potasa*, la *sosa*, la *litina* y el *amoniaco*, únicas que producen carbonatos

(1) F. Leblanc. *Annales de chimie et de physique*, 3.ª serie, 1843, t. V, p. 225, *Comptes rendus de la Academie des sciences*, 1850, t. XXX, p. 483.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª serie, t. XLVI, p. 488. Gerhardt. *Traité de chimie organique*, 1856, t. IV, p. 867.

solubles. Siendo completamente absorvido por las soluciones de *potasa*, de *sosa* y de *amoniaco*, de *cal* y de *barita*, este gas es muy sensiblemente soluble en el agua y puede comunicarle un sabor acídulo agradable; lo cual le hace á propósito para enrojecer vivamente la tintura de tornasol y para disolver los precipitados blancos formados de carbonatos de cal, de magnesia, etc.

Disuelve tambien ciertos fosfatos calizos y metálicos, silicatos y tambien fluatos, etc., cuando están hidratados.

Carbonatos. Los carbonatos existen en casi todas las aguas, algunos están en estado de *sales ácidas, sesqui* ó *bi-sales* solubles, y tal vez en el de *básicas*.

El carácter distintivo de los carbonatos es, cuando se tratan con un ácido dar lugar á una efervescencia mas ó menos viva de un gas que recojido presenta todas las señales anteriores del ácido carbónico.

Cuando los carbonatos son solubles en las aguas dan precipitados blancos con las soluciones de cloruro de calcio, de azoato de cal, de sulfato y azoato de magnesia; los cuales se descomponen á su vez por los ácidos con una viva efervescencia, y sin desarrollar ningun olor.

Bicarbonatos. Estos compuestos, como los anteriores, producen una viva efervescencia por la accion de los ácidos; y algunas veces, lo mismo que los de cal, de magnesia, de hierro, de estronciana, etc., pueden enturbiarse hirviéndolos, pasando entonces al estado de sales neutras, insolubles ó menos solubles: si las bases con que están combinados son alcalinas, no se precipitan en frio por las sales magnesianas solubles, sino por las de barita y de cal con desprendimiento de gas carbónico: el calor no les enturbia.

Sesquicarbonatos. Estos últimos se conducen como los anteriores, solo que la cantidad de ácido carbónico que desprenden está en menor proporcion cuando se trata de recojerla.

Boro.

Este cuerpo se halla disuelto en las aguas en estado de ácido bórico ó de boratos, habiendo sido llevado á ellas por las micas de los granitos ó de las rocas micasquistosas de este género.

El *ácido bórico* está en forma de escamitas fijas, pero fusibles al fuego en un vidrio incoloro al que comunican ciertos óxidos colores particulares que antes hemos mencionado. Este ácido, mas soluble en caliente que en frio, se disuelve en alcool, y dá á la llama de este vehículo la propiedad de ser de un hermoso *color verde*. El ácido bórico da al *tornasol* color rojo de vino, y azul á la *hematina*. M. Bore (1) ha reconocido que *convierte en pardo rojizo el color amarillo de la curcuma*: cuando hay muy poco ácido bórico el calor es de rosa.

Esta reaccion es sumamente sensible y hé aquí la acertada modificacion que Mr. E. Barruel ha aplicado á este procedimiento.

Se pone sobre una laminita de porcelana ó *toque* la tintura de cúrcuma y se echa encima una gota del líquido en que se sospecha la presencia del ácido bórico, al cual se añaden algunas gotas de ácido clorídrico y quedando el ácido bórico á descubierto se forma una aureola rosada con una mancha de color violado en el centro. El calor hace que se manifieste mucho este fenómeno.

Por este procedimiento ha reconocido Mr. Baup fácilmente el ácido bórico en el agua madre de las salinas de Bex (2), y MM. Fresenius y Wilden-

(1) H. Rose. *Traité pratique d' analyse chimique*, trad. por A. J. L. Jourdan con anotacion de M. E. Peligot. Paris, 1843, t. I, p. 258, en 8.°

(2) *Bulletin de la societé vaudoise des sciences naturelles*. t. III, p. 109.

ein le han indicado en las aguas de Wiesbaden y de Aix-la-Chapelle (1).

Los boratos son fusibles en vidrios, fijos tambien y que se descomponen por los ácidos clorídrico y sulfídrico que aislan el ácido bórico con los caractéres indicados siempre. Estos boratos tratados en caliente con el ácido fluorídrico y el ácido sulfúrico dan orígen á *fluoruro de boro* (*ácido fluobórico*) ($BoFl^3$), que se reconoce por los humos blancos que esparce y que en presencia del agua da *ácido bórico* y *ácido hidro-fluobórico*. Del mismo modo por el ácido sulfúrico y el alcool pueden tambien los boratos dar *eter bórico*. Esta reaccion es menos sensible que las anteriores.

Silicio.

Se encuentra tambien en todas las aguas, pero solo en estado de *ácido silícico* (sílice) ó de silicatos ácidos y básicos.

El *ácido silícico* disuelto en el agua deja despues de la evaporacion un polvo blanco, algunas veces áspero al tacto, otras sin embargo, muy suave: calcinado con dos partes de potasa cáustica ó de sosa, este ácido produce un vidrio soluble que descomponen los ácidos en una masa gelatiniforme sobre todo cuando se concentra la mezcla, por que en los líquidos muy diluidos no se observa nada por lo comun.

El ácido silícico calcinado se vuelve insoluble en los ácidos, á no ser en el fluorídrico con el que da *fluoruro de silicio* ó *ácido fluosilícico* ($SiFl^3$) que se reconoce como el fluoruro de boro por su estrema avidez para con el agua que se manifiesta por abundantes humos blancos. Con este líquido da sílice y *acido hidrofluosilícico*

$$3SiFl^3+3HO=SiO^3+(SiFl^3)^2+3HFl.$$

Silicatos. Cuando son solubles, si se añade en su solucion clara un ligero esceso de ácido sulfúrico se ve bien pronto disminuir la diafanidad del líquido y se perciben á la luz de una lámpara ó del sol laminitas traslucientes que nadan y se depositan al cabo de cierto tiempo de reposo: recojidas entonces estas láminas y calcinadas fuertemente tienen todos los caractéres de la sílice.

Si los silicatos son solubles por sí mismos, pueden calcinarse fuertemente con dos partes de potasa pura, tratarlos con un ácido, evaporarlos, lavarlos para quitar las bases que se hayan hecho solubles y queda por residuo entonces el ácido silícico.

Los silicatos de potasa y sosa son los únicos solubles.

Fluor.

El *fluor* no existe en las aguas mas que en estado de *fluoruros* y todavía no se ha indicado sino rara vez (Berzelius, O.Henry, padre, Balard). Sin embargo, las recientes esperiencias de Mr. Marchand (2), y sobre todo las de Mr. Nicklés (3) hacen creer que este cuerpo es mucho mas frecuente en las aguas que lo que se habia creido hasta ahora: así es que el último autor que acabamos de citar le ha hallado recientemente en las aguas de Plombieres, de Contrexeville, de Vichy y otras.

Los *fluoruros* se reconocen en que tratados por ácido sulfúrico en una vasija de platino y en caliente desprenden vapores que recojidos no sobre

(3) *Journal für prakt Chemie*, t. LV, p. 163-165. *Journ. de pharm. et de chim.*, 3.ª serie, 1853, t. XXIII, p. 43-76.

(1) Marchand. *Des eaux potables, en Memoires de l' Academie de medecine, loc. cit.*, 1855, t. XIX.

(2) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1857, t. XXXI, p. 334, t. XXXII, p. 210 y t. XXXII, p. 269.

una lámina de vidrio sino sobre una de cristal de roca la corroen. Insistimos sobre este hecho porque segun las recientes investigaciones de Mr. Nickles: 1.° el ácido sulfúrico del comercio contiene con mucha frecuencia fluor y por consiguiente no puede contarse con la exactitud de los resultados obtenidos: 2.° porque los demás ácidos en estado de vapor atacan tambien al vidrio; la misma agua destilada reducida á este estado tiene una accion semejante tanto mayor cuanto mas dividido esté el vidrio, como ha observado recientemente Mr. Pelouze (1): el agua en estas condiciones se hace alcalina.

La lámina de cristal de roca debe cubrirse con una capa delgada de cera ó de un barniz inatacable, sobre el cual se han trazado con el buril algunas figuras que son corroidas aun cuando sean muy débiles las cantidades de ácido fluorídrico: es necesario empañar con el aliento las partes que han sido atacadas con el ácido. No se necesita emplear mucha agua mineral para estas investigaciones, sino que en ciertas circunstancias bastan algunos litros.

Los vapores de ácido fluorídrico tienen tambien la propiedad de volver amarillo el papel de Fernambuco, pero como el ácido fosfórico tiene la misma propiedad, preferimos el método siguiente: se mezcla la sustancia que se sospecha que tiene fluor con dos partes de arena fina pura y una de ácido sulfúrico que no tenga fluor y purificado como hemos indicado anteriormente: se recoje en el agua el gas que se desprende (fluoruro de silicio) ($Si\,Fl^3$) que dá orígen á sílice gelatinosa y ácido hidrofluosilícico. Cuando el fluor está mezclado con una cantidad considerable de sílice, lo cual frecuentemente sucede, se puede como indica M. Wilson (1) tratar la sustancia con ácido sulfúrico puro: cuando hay carbonatos ó cloruros se espera á que cese la efervescencia y se calienta dirijiendo el gas fluosilícico á una vasija que contenga agua; se depositan abundantes copos de sílice gelatinosa. Se satura con el amoniaco y se forma un fluoruro doble de silicio y amoniaco ($2\,Si\,Fl^3,\ 3\,Az\,H^3Fl$). Calcinándole hasta sequedad se obtiene un residuo de *sílice insoluble* y de *fluoruro de amonio*. Se decanta y el líquido, que no contiene mas que fluoruro de silicio, se evapora hasta sequedad y se trata en un crisol de platino con ácido sulfúrico: el resto de la operacion es como anteriormente.

Cloro.

Acido clorídrico.—Es uno de los compuestos del cloro que se encuentra libre en algunas aguas, pero rara vez, como sucede con el ácido sulfúrico. Se ha descubierto en algunos rios próximos á ciertos volcanes y tal vez existen vestigios de él en la atmósfera de olor aromático particular que hay cerca del mar y de algunos manantiales salados.

El agua que le contiene es de sabor acídulo, enrojece los colores azules vejetales y como caracteres distintivos,

1.° Produce con las sales de plata solubles un precipitado blanco en copos, que se ennegrece á la luz, muy soluble en el amoniaco y que los ácidos, aun el ácido azoótico hirviendo no pueden atacar.

2.° Saturado con la cal este ácido dá por evaporacion una sal delicuescente, soluble en alcool y de sabor cálido; con la sosa esta sal es salada y cristaliza fácilmente en cubos reunidos en forma de tolva.

3.° Con el amoniaco se obtiene un compuesto que se presenta en cristales de sabor fresco un poco salado y dispuestos en forma de hojas de helecho, que

(1) *Ibid.* t. XXXI, p. 66.
(2) *Journal de pharmacie et de chimie.* Tercera série, 1852, t. XXII, p. 451.

además se disuelven con mucha facilidad: esta sal se forma con tanta rapidez y tan grande es la afinidad de estos dos cuerpos uno con otro, que si se aproxima una varilla mojada en amoniaco á vapores clorídricos que se desprendan, se producen abundantes humos blancos.

4.° Por último, mezclado con un poco de ácido azoótico este líquido disuelve fácilmente un pan de oro.

Cloruros.—Estos compuestos muy comunes en las aguas están casi siempre en estado de cloruros de sodio, de potasio, de calcio y de magnesio: son solubles en agua y generalmente tambien en alcool: sus caracteres distintivos son los siguientes:

1.° Forman con las sales de plata un precipitado blanco en copos soluble en el amoniaco y enteramente insoluble en los ácidos.

2.° Las sales de protóxido de mercurio dan tambien un precipitado blanco insoluble que es el protocloruro de mercurio Hg^2Cl. El protocloruro de cobre Cu^2Cl es blanco tambien y casi insoluble, por último el cloruro de plomo es soluble solo en caliente.

3.° Mezclados con el peróxido de manganeso y el ácido sulfúrico diluido y calentados, producen un gas amarillo sofocante que decolora las tinturas vegetales: este es el *cloro*.

4.° Calentados en ácido sulfúrico solo, desprenden ácido clorídrico.

5.° Calentados con cromato de potasa seco y ácido sulfúrico, dan vapores rojos pardos de ácido clorocrómico CrO^2Cl que se disuelven en amoniaco con un tinte amarillo. Este carácter le recomienda M. Will para distinguir los cloruros que pueden existir en los *yoduros* y en los *bromuros*.

Bromo.

Hasta ahora no se han indicado en las aguas minerales ni el *bromo* ni el *ácido bromídrico*, sino únicamente la existencia de los *bromuros*. Estos compuestos muy afines á los *cloruros* á los que acompañan con frecuencia lo mismo que á los *yoduros*, tienen caracteres especiales.

1.° Disueltos en agua y añadiéndoles ácido azoótico ó sulfuroso amarillean fuertemente, desprendiendo bromo que esparce olor fuerte, aromático, algo azafranado. Lo mismo sucede cuando se calientan con una mezcla de ácido sulfúrico y de peróxido de manganeso. El ácido sulfúrico, solo, desprende ácido bromídrico.

2.° Mezclados con azoato ácido de plata; dan un precipitado requesonado de color blanco ligeramente amarillento que se vuelve violáceo y despues negro por su esposicion á la luz: que queda enteramente insoluble en el ácido azoótico aunque primero toma color amarillo, y que el amoniaco disuelve aunque menos completamente que el cloruro de plata. En cambio, el bromuro de plata es muy soluble en el cianuro de potasio y tambien en el hiposulfito de sosa.

3.° Los bromuros tratados por el cloro gaseoso dejan desprender vapores rutilantes ó amarillentos de *bromo* de olor muy fuerte, que dan color amarillo al almidon y se disuelven en *éter sulfúrico, cloroformo y sulfuro de carbono*, comunicándoles un color naranjado.

4.° Los cuerpos oxidantes pueden emplearse en concurrencia con el cloro para descomponer los bromuros y dejar el bromo en descubierto: fundándose en este principio D. Alvaro Reinoso (1) ha aconsejado el uso del agua oxigenada, introduciendo en un tubito cerrado por un estremo un poco de

(1) *Journal de pharmacie et de chimie* 3.ª serie, 1849, t. XV, p. 406.

bióxido de bario, de agua destilada, de ácido clorídrico puro, de éter y de la materia sospechosa. Hé aquí lo que sucede:

$$BaO^2+2HCl+Br\overline{M}=BaCl+\overline{M}Cl+2HO+Br.$$

Uno de nosotros (1) ha propuesto un procedimiento análogo que consiste en emplear con el mismo objeto una mezcla de *cloro* y de *ácido hipocloroso* que resulta de la accion del ácido clorídrico puro sobre el clorato de potasa.

5.° El bromuro de plata mezclado con el cianuro del mismo metal ambos bien secos é introducidos en un tubo, produce, cuando se calienta suavemente la mezcla haciendo pasar por ella una corriente de cloro puro y seco, vapores que son volátiles á 15° centígrados y que cristalizan en hermosos cristales blancos, sedosos, cúbicos ú octaédricos de *bromuro de cianógeno*. Estos cristales disueltos en agua encima de la que haya *éter sulfúrico* desprenden con el ácido sulfuroso *bromo* que tiñe de color amarillo ó amarillo naranjado el vehículo etéreo.

Este procedimiento muy sencillo y fácil de ejecutar, permite descubrir en las aguas vestigios de bromo infinitesimales dando cristales de bromuro de cianógeno casi invisibles á la simple vista, pero cuyas formas características se reconocen con mucha facilidad con el microscopio.

Se emplea al efecto un aparato que uno de nosotros propuso en union del Dr. Humbert (2), reducido á un balon, de donde se desprende cloro que despues de pasar por el agua de un frasco de locion y por un tubo en U con fragmentos de cloruro de calcio para que se seque, entra en otro tubo que contiene una mezcla de *bromuro y de cloruro de plata* en su primer tercio, y el resto está dentro de un cañon ó manga en que se coloca una mezcla frigorífica. Luego que el cloro empieza á desprenderse se calienta ligeramente la parte del tubo que contiene las sales de plata con lo que los vapores de *bromuro de cianógeno* que resultan se condensan en el punto rodeado de la mezcla frigorífica. Segun mas adelante veremos, esta modificacion es muy importante sobre todo cuando se quiere dosificar el bromo; pues cuando solo se trata de hacer una análisis de indicacion, basta enfriar el tubo colector con un poco de algodon empapado de eter.

Yodo.

El *yodo* como hemos dicho antes, es en el dia uno de los cuerpos mas esparcidos en la naturaleza: se reconoce en muchas sustancias animales y vegetales y en algunos productos que dan; pero sin que se sepa positivamente si se halla en estado de elemento ó de combinacion con las bases; sobre todo se ha descubierto en muchas aguas minerales al lado de los *cloruros* y *bromuros* y en estado de *yoduros*.

Yoduros. Estos compuestos solubles en agua y en alcool son fáciles de reconocer por muchos procedimientos.

1.° Mezclados con una solucion acuosa y reciente de *almidon* producen en seguida un color *azul*, *violado*, de *rosa* ó de *lila*, añadiéndoles en corta cantidad *cloro* ó un *hipoclorito*, *ácido azótico* ó mejor *ácido hipoazótico*, *ácido sulfúrico* que contenga un poco de *ácido hipoazótico*; *hipermanganato de potasa*, *formiato*, *agua oxigenada* ó tambien un *ácido débil*.

Esta reaccion tan sensible del yodo teñido con el almidon la indicaron por

(1) O. Henry. *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1852, t. XXI, p. 255.

(2) *Bulletin de l'academie de medicine*, 1850, t. XXI, p. 1114. *Repertoire de pharmacie* 1857, t. XIV, p. 21. *Comptes rendus de l' Academie des sciences* 1857, t. XLIV, p. 634.—*Annales de la Seleté d' hydrologie medicale*, 1857, t. III, p. 332-460.

primera vez MM. Gaulthier de Claubry y Colin en una memoria con el título: *De la accion del yodo sobre las materias orgánicas neútras* (1).

2.° Descompuestos con una solucion de azoato ácido de plata dan lugar á un precipitado abundante, en copos, amarillo que se ennegrece á la luz, insoluble en el ácido azótico y apenas soluble en el amoniaco.

3.° Mezclados con peróxido de manganeso y ácido sulfúrico diluido y despues calentados, dejan desprender un hermoso vapor violado que condensado, cristaliza en laminitas agrisadas que disuelve el alcool fácilmente produciendo un líquido pardo: este último tiñe fuertemente de azul una solucion reciente y muy diluida de almidon.

4.° Las sales de paladio dan con los yoduros un precipitado pardo de *yoduro paladioso* que Mr. Lassaigne ha estudiado con cuidado (2).

5.° Los yoduros precipitan tambien de *amarillo* con las soluciones salinas de plomo: de *verde aceituna* con las protosales de mercurio: de *rojo vivo* con las deutosales de mercurio, pero el precipitado es soluble en un esceso de precipitante: de *blanco sucio* con las sales de *cobre* solubles. La reaccion marcha bien sobre todo con una mezcla de *sulfatos cúprico* y *ferroso*. Pero todas estas reacciones son menos sensibles que las producidas con el azoato de plata y el almidon y sobre todo que las siguientes:

6.° El yoduro de plata unido al cianuro de plata seco introducido en un tubo y calentado ligeramente produce cuando se hace pasar por él una corriente de cloro seco muy puro, hermosas agujas sedosas, prismáticas, volátiles á 45° centígrados. Estos cristales descompuestos por uno de los cuerpos anteriormente nombrados, descubren con el almidon los caractéres del yodo (O'Henry hijo y Humbert). Este procedimiento de investigacion se ejecuta como el que hemos indicado respecto del bromo por medio del mismo aparato.

Al continuar esta obra, cuando tratemos de los medios prácticos de la análisis y de la dosificacion de los compuestos mineralizadores de las aguas, presentaremos otros procedimientos para la apreciacion del *yodo* y del *bromo* que en las aguas están considerados como agentes terapéuticos importantes.

En el uso del cloro destinado á aislar el yodo ó el bromo hay un peligro que evitar y es el añadir mucha ó muy poca cantidad de reactivos, porque puede formarse en el primer caso *ácido clorídrico ó ácidos yódico ó brómico* sin accion sobre el almidon y sobre los demás líquidos que toman color con el yodo: en el segundo caso hay riesgo de no aislar el cuerpo que se busca.

Cuando se ha dejado el yodo en libertad con uno de los reactivos anteriores da un tinte de color de rosa con el *sulfuro de carbono*, con el *cloroformo*, con el *aceite de nafta* ó con la *bencina*. La bencina recomendada por Mr. Moride (3), permite distinguir fácilmente el yodo del bromo y del cloro que no la dan color; además esta reaccion es, segun dice su autor, de una gran sensibilidad.

Fósforo.

El *fósforo* existe ciertamente, aunque no puro en algunas aguas estancadas de los pantanos, se desprende en gas luminoso hidrogenado PhH^3 que arde al aire y entra en la composicion de las emanaciones conocidas con el nombre de *fuegos fátuos*.

(1) *Annales de chimie*, 1814, t. XC, p. 87.
(2) *Journ. de chimie medicale*, 1.ª serie, 1835, t. I, p. 57.
(3) *Journal de pharm. et de chim.*, 3.ª serie, 1851, t. XXV, p. 151.

El *hidrógeno fosforado* es un gas sin color, apenas soluble en agua, mas ó menos inflamable espontáneamente y que desprende un olor aliaceo. Mr. Paul Thenard (1) en un escelente trabajo ha hecho ver que la propiedad que posee este gas (PhH^3) de inflamarse al aire es debida á que contiene cierta proporcion de fosfuro de hidrógeno líquido (PhH^2) que es el único espontáneamente inflamable Es absorvido por las soluciones metálicas de *cobre, plata* y de *plomo* formando *agua* y *fosfuros* teñidos de color negro. El *bicloruro de mercurio* le precipita de color amarillo.

Acido fosfórico. Este compuesto se reconoce en las aguas, pero en estado de combinacion con las bases ó *fosfatos.*

Sus caracteres especiales en este estado salino son:

1.° Producir con el *azoato de plata* un precipitado *amarillo* (PhO^5, $3AgO$) soluble en un esceso de ácido azoótico y en el amoniaco; pero cuando los fosfatos se han calcinado, el depósito es entonces de color *blanco*, y no es un fosfato de plata, sino mas bien un *piro ó metafosfato de plata* (PhO^5, $2AgO$ ó PhO^5,AgO) (Graham).

2.° Los fosfatos son mas ó menos solubles en ciertos ácidos diluidos y sus soluciones se precipitan en *copos blancos* con el agua de cal ó la de barita.

Algunos. cuando se les añade amoniaco producen un precipitado blanco voluminoso con las sales magnesianas solubles.

3.° Con el *azoato de uranio* se obtiene un *fosfato* casi insoluble (PhO^5, U^2O^3), lo que hace que el uso de este reactivo sea muy ventajoso para la dosificacion del ácido fosfórico y sus compuestos. Este reactivo es tan sensible que se obtiene un precipitado en las aguas de locion del *fosfato amoniáco magnesiano* (Leconte) (2).

4.° Con las *persales de hierro* se llega igualmente á un buen resultado. Se obtiene tambien un precipitado amarillo (Fe^2O^3,PhO^5), soluble en el ácido clorídrico, en el amoniaco y en un esceso de percloruro ó de acetato de hierro. Mas adelante, en las aplicaciones de la análisis cuantitativa, daremos detalles de todos los procedimientos que hasta ahora nos contentamos con mencionar.

5.° El *azoato de protóxido de mercurio* forma con los fosfatos un precipitado blanco, muy soluble en el ácido azoótico.

6.° El *molibdato de amoniaco* dá con los fosfatos, disueltos por los ácidos clorídrico y nítrico, una reaccion muy característica, y sobre todo de gran sensibilidad: el líquido se vuelve amarillo algo verdoso, y se forma en seguida un depósito amarillo sobre todo cuando los líquidos no están demasiado diluidos.

7.° Por último, cuando despues de haber desecado fuertemente algunos fosfatos se calientan en un tubo cerrado con *sodio* ó *potasio*, el residuo tratado con agua acidulada con ácido clorídrico, desprende bien pronto gas hidrógeno fosforado de olor característico (Thenard y Vauquelin).

Los fosfatos acidulados ligeramente por el ácido sulfúrico y calcinados fuertemente en una retortita con carbon, dan tambien sin duda en la oscuridad *fulgores fosforados.*

Arsénico.

Todavía no se conoce positivamente en qué estado se halla el arsénico

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª serie, 1846, t. XIV, p. 5.

(2) Leconte. *De l' emploi de l' azotate d' uranium dans la recherche et le dosage de l' acide phosforique et des phosphates.—Theses de la faculté de medecine*, 1853, núm. 96.—*Annales des mines*, 4.ª serie. 1851, t. XIX, p. 362.

en los principios mineralizadores de las aguas. Es en el de *arseniuros, arsenitos* ó *arseniatos*? Segun M. Thenard se halla en esta última forma en las aguas del Mont-Dore combinado con la sosa, y sin duda tambien en otras aguas de naturaleza alcalina: asociado con el hierro que le acompaña casi siempre, es probable que preexista en estado de arseniato de hierro en algunas aguas ferruginosas. M. Lassaigne cree que así sucede generalmente.

Si se le supone en combinacion *arseniatada con el hierro ó con la sosa* y existe bajo estas diferentes formas, hé aquí el medio de reconocerle en los residuos en que se sospecha este principio. Estos residuos de la evaporacion ó tambien estos depósitos abandonados por las aguas, se tratan con cuidado con ácido sulfúrico muy puro, en caliente, de modo que se reduzcan á un carbon húmedo, y con objeto de destruir las materias orgánicas, sin calentarlo demasiado para que no se volatilice el mismo arsénico, se lava con agua pura, caliente, el residuo; se filtra y se introduce progresivamente el líquido claro en un aparato de desprendimiento de hidrógeno, cuya pureza se haya comprobado primero.

El *gas hidrógeno arseniado*, despues de desecado en un tubo en U, se inflama al salir por otro tubo delgado, y se recibe la llama sobre discos de porcelana *frios* con lo que se forman *manchas negras especulares*, ó bien si se calienta la parte media del tubo se forma un anillo de color gris de acero igualmente especular. Es conveniente rodear el tubo con una hoja de talco que permíte elevar la temperatura sin peligro de que se funda.

Las manchas ó el anillo deben

1.° Desaparecer con el hipoclorito de sosa.

2.° Tratadas con el ácido azoótico puro y evaporadas hasta sequedad, el azoato de plata determina en ellas un precipitado *rojo de ladrillo* de arseniato de plata (AsO^5, $3AgO$), que arde sobre las ascuas, esparciendo un *olor aliáceo*.

3.° Calentado el anillo en un tubo abierto, no tarda en producir vapores blancos volátiles, que disueltos en agua caliente, y mezclados con ácido sulfídrico, se convierten en un *sulfuro amarillo de arsénico* (AsS^5) soluble en el amoniaco.

Uno de nosotros ha propuesto una modificacion que describiremos despues y que consiste en dosificar el ácido arsénico en estos ensayos.

El sulfidrato de amoniaco produce tambien en las soluciones neutras ó alcalinas arseniatadas, quintisulfuro de arsénico (AsS^5); pero este que es soluble en los sulfuros alcalinos, no aparece mas que añadiéndole un ácido enérgico (azoótico ó clorídrico.)

4.° Añadiremos, por último, que en los arseniatos solubles, el *sulfato de cobre*, da un precipitado azul verdoso de arseniato de cobre (AsO^5, $2CuO.HO$).

Azufre.

El azufre es sin contradiccion uno de los elementos mineralizadores mas comunes en las aguas minerales, porque existe en ellas bajo muchas formas y combinaciones que no tienen entre sí ninguna relacion de propiedades químicas y médicas.

Examinemos el azufre sucesivamente bajo estos diferentes estados.

1.° Como *azufre*, sino existe realmente aislado y puro en solucion en las aguas, se encuentra, no obstante, al lado de muchas fuentes sulfurosas, en ciertos conductos, en galerías ó en algunas partes de las bóvedas de sus manantiales. Se presenta entonces en forma de masas concrecionadas esponjosas, amarillas ó de color blanco amarillento: insoluble en agua este azufre

es sensiblemente soluble en alcool hirviendo y tambien en el éter (O. Henry y Chevallier). Echado sobre las ascuas arde con una llama azulada, esparciendo un olor vivo y sofocante característico de ácido sulfuroso: en contacto con ciertos metales (plata, plomo, bismuto, etc.) sobre todo en caliente los ennegrece mas ó menos sensiblemente.

En ciertas aguas sulfurosas degeneradas, que se han vuelto *blancas*, está el azufre dividido unido con un poco de hidrógeno y tal vez de bisulfuro de hidrógeno y análogo sin duda al *magisterio de azufre* que les da un color blanco, como se nota en la fuente des Eaux de la Reine en Luchon y en una de las de Ax. En otros parajes, este azufre se disuelve en los sulfuros y produce líquidos teñidos de color amarillo verdoso (polisulfuros.)

Sulfuros. Estos compuestos que forman la base de las aguas sulfuradas frias ó termales, se reconocen fácilmente en los siguientes caracteres:

1.° Son inodoros *en estado perfectamente neutro*; pero inmediatamente que se esponen al aire exhalan un olor muy pronunciado de *huevos cocidos* ó *hueros*: la adicion de los ácidos produce este efecto de un modo instantáneo y mas intenso.

2.° Mezcladas con diversas soluciones metálicas las aguas sulfurosas, dan lugar á precipitados de diversos colores, así:

Con las de plata, de bismuto, de plomo, de cobre, de protosal de hierro, los precipitados son *negros*.

Con las de cinc, *blancos*.

Con las sales solubles de manganeso, su color es *blanco rosado* ó *color de carne*.

Con las soluciones de antimonio, *amarillo naranjado*

Por último, con el ácido arsenioso disuelto, *amarillo*; pero solamente despues de añadir un ácido; sin embargo, si el ácido arsenioso se halla en estado de arsenito, se verifica el precipitado instantáneamente (1)

3.° El ácido carbónico lo mismo que el ácido silícico pueden desalojar al principio sulfuroso de sus combinaciones solubles (O. Henry) (2) Añadiremos que sumergidas láminas de plata, de plomo y de cobre en un sulfuro *muy neutro* en solucion, contenidas en una vasija enteramente llena, resguardadas del contacto del aire, no toman mas que un color plomizo ligero (aunque no deberian siquiera cambiar); pero si interviene aire ó ácido carbónico se cubren los metales en seguida de una capa de color negro.

4.° El yoduro azul de almidon pierde el color con los sulfuros.

Polisulfuros. Estas sales no son generalmente mas que una alteracion de las anteriores: presentan sus principales caracteres, solo que su solucion en el agua es de color *amarillo* ó *amarillo verdoso*. Añadiendo un ácido dejan desprender ácido sulfídrico de olor de huevos podridos, y precipitan al mismo tiempo azufre muy dividido.

Ademas, las láminas metálicas que se sumergen resguardadas del aire, adquieren en *seguida* un tinte *negro* ó *pardo*.

Acido sulfídrico (*hidrógeno sulfurado*). Es tambien un producto comun á las aguas sulfuradas, ya solo ó unido á los sulfuros.

1.° Este compuesto es un gas invisible como el aire, soluble en agua, de olor de huevos podridos ó de letrina muy marcado, inflamable, y que arde con una llama azulada.

2.° Espuesto á la accion del aire ó del cloro, se descompone dejando precipitar azufre y formando agua ó ácidos sulfúrico y clorídrico. El ácido

(1) Véase la tabla que antes hemos puesto sobre las reacciones de los sulfuros.

(2) O. Henry, padre.—*Action de l' acide carbonique sur les sulfures et de l' acide sulfhydrique sur les carbonates et les bicarbonates.*—*Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1825, t. XI, p. 321.—*Journal de chimie*, 1.ª séris, t. I, p. 257 á 320.—*Annales des mines*, 1.ª série, t. XII, p. 195.

sulfuroso le descompone dando un depósito de azufre, agua y con frecuencia un poco de ácido sulfúrico $2HS+SO^2=2HO+S^3$.

Los ácidos azooso é hipocloroso descomponen tambien este ácido produciendo una reaccion análoga.

El ácido sulfídrico enrojece ligeramente el papel azul de tornasol y despues le decolora.

3.° Su accion sobre los metales blancos ó sobre ciertas soluciones metálicas es inmediata: ennegrece muchas de ellas: no produce mas que un precipitado blanco muy ligero con las *sales de cinc*, cuando el ácido está débil; forma inmediatamente con el *ácido arsenioso* un depósito *amarillo*, soluble en el amoniaco; y en los protosulfatos de hierro, de manganeso, de niquel y de cobalto acídulos no ocasiona ningun precipitado á menos que se añada potasa, sosa ó amoniaco.

4.° El yoduro azul de almidon se decolora rápidamente con el ácido sulfídrico.

5.° El *nitroprusiato de sosa* se descompone rápidamente y da un precipitado de azul de Prusia bajo la influencia de una corriente de este gas. En la página 168 hemos dado detalladamente las reacciones características de este ácido.

Acido sulfuroso. Este compuesto que se encuentra sobre todo á la proximidad de los volcanes en actividad, se halla mas en la atmósfera que en las aguas.

Sus caracteres especiales son:

1.° Ser gaseoso, tener un olor vivo y sofocante que escita la tos.

2.° Ser muy fácilmente absorvible por la potasa y el borax, y tambien con bastante rapidez por el bióxido de plomo PbO^2 (Berthelot).

3.° Ser sumamente soluble en agua y decolorar con prontitud las tinturas azules de tornasol y de violetas que vuelve de *color de paja*, produciendo con la barita un precipitado blanco pulverulento SO^2BaO, insoluble en el agua, pero muy soluble en el ácido clorídrico, y que bajo la influencia del cloro, de un hipoclorito ó de una solucion yodada se vuelve enteramente insoluble, pasando el ácido sulfuroso al estado de ácido sulfúrico.

4.° El ácido sulfuroso, mezclado con ácido sulfídrico, precipita azufre produciendo agua.

$$SO^2+2HS=S^3+2HO.$$

Para reconocer la presencia del ácido sulfuroso en una agua, recomendaremos el siguiente procedimiento, indicado por el profesor M. Chevreul (1).

Consiste en destilar el agua en una retorta, siendo conveniente añadirle un poco de ácido fosfórico: se neutraliza el producto de la destilacion por la potasa, y se añade en seguida una solucion de sulfato de cobre, se forman copos amarillos, que hervidos en el agua, no tardan en transformarse en un polvo granujiento de hermoso color rojo. Es preciso operar en una retorta lo mas llena posible, y recibir el producto en un balon que contenga agua destilada.

Sulfitos. Son bastante raros y casi siempre resultado de la alteracion de principios sulfurados.

Sus caracteres son dejar desprender con los ácidos un gas ácido de olor vivo y sofocante, que tiene todas las propiedades del ácido sulfuroso de que acaba de hablarse: hervidos en agua con azufre disuelven cierta proporcion de el y se convierten en *hiposulfitos*.

(1) *Dictionoire des scienses naturelles*, 1819, t. XIV, pág. 156.

$$SO^2.\,\overline{M}O + S = S^2O^2,\,\overline{M}O.$$

Hiposulfitos. Estos últimos sobre todo son comunes en las aguas sulfurosas espuestas al aire, porque parecen ser uno de los resultados de la descomposicion de los sulfuros y de la degeneracion de las aguas sulfurosas.

Son mas estables que los anteriores expuestos al aire: muy solubles en agua y alcool, decoloran el yoduro azul de almidon como lo verifican tambien los sulfitos.

2.° Bajo la influencia del calor se descomponen tambien en sulfato y en sulfuro.

$$4\,(S^2O^2,\overline{M}O) = \overline{M}S^5 + 3SO^3\overline{M}O$$

3.° Tratados en caliente con los óxidos de plomo, de mercurio ó de plata, disuelven con facilidad una parte. Si se echan en ellos soluciones salinas de este metal, producen primero un precipitado *blanco*, que se vuelve *amarillento*, despues progresivamente *negro* ó *pardo*: sobre todo cuando se emplea el calor como auxiliar se forma un sulfuro metálico y ácido sulfúrico, lo cual podremos esplicar fácilmente:

$$PbOS^2O^2 = PbS + SO^3$$

4.° Los hiposulfitos disuelven los cloruros argéntico y mercúrico como tambien el sulfato plúmbico.

Cuando se mezcla el ácido hiposulfuroso con hidrógeno sulfurado ó un sulfuro soluble, se precipita el líquido con una sal de cinc neutra, se filtra y en el líquido restante se busca el ácido hiposulfuroso.

$$S^2O^2\overline{M}O + SO^3,HO = SO^3,\overline{M}O + SO^2 + S + HO$$

5.° Por último, tratados con los ácidos, desprenden ácido sulfuroso y dejan depositar azufre, no pudiendo permanecer el ácido hiposulfuroso en estado de libertad.

Acido sulfúrico. Este ácido que rara vez está libre en la naturaleza, se halla casi siempre combinado con pequeñas proporciones de base. Como ya hemos dicho, se ha reconocido su presencia principalmente en algunos rios de la América del Sur, á la inmediacion de los volcanes de las Cordilleras (el rio Vinagre) y algunas veces tambien en las bóvedas de ciertos manantiales sulfurosos en que el azufre quemándose al aire en presencia de las bases y delos cuerpos porosos ha esperimentado esta trasformacion.

1.° Da sabor muy ácido á las aguas, y á las tinturas azules de tornasol, de malva y de violeta, les comunica el color rojo característico de *cáscara de cebolla*.

2.° Forma con la barita ó con las sales solubles un compuesto enteramente insoluble en el agua y en los ácidos.

3.° Precipita igualmente en blanco las sales de plomo, dando un precipitado muy pesado, insoluble en agua, pero soluble en ácido clorídrico hirviendo y que se ennegrece con el hidrógeno sulfurado, lo cual le distingue del sulfato de barita.

4.° Calentado con carbon el ácido sulfúrico produce ácido sulfuroso y ácido carbónico, $2SO^3 + C = CO^2 + 2SO^2$: con mercurio y cobre desprende tambien ácido sulfuroso y deja un residuo de sulfato metálico:

$$2SO^3 + \begin{matrix}Cu\\Hg\end{matrix} = SO^2 + SO^3\begin{matrix}CuO\\HgO\end{matrix}$$

5.° Por último, empapando lienzos en este ácido y dejandolos secar, se reducen prontamente á pedazos y á polvo.

Sulfatos. Casi no hay ninguna agua que deje de contener sulfatos alcalinos, térreos ó metálicos. Estas sales son neutras: los sulfatos solubles se precipitan con las sales de barita y de plomo y dan los precipitados barítico y plúmbico de que acabamos de hablar antes.

Mezclados con carbon ó materias orgánicas y calentados, los sulfatos se convierten en *sulfuros*.

$$SO^3\overline{M}O + C^4 = 4CO + \overline{S}M.$$

Sulfatos ácidos. Además de la reaccion ácida que ejercen sobre los colores azules enrojeciéndolos, presentan los mismos caractéres que las sales anteriores.

Selenio.

No se han mencionado en las aguas compuestos formados por este cuerpo simple; pero es probable que deben existir sobre todo en ciertos paises como la Suecia en que este metaloide acompaña con tanta frecuencia al azufre.

Si este cuerpo existe; es probablemente en estado de *ácido selenídrico*, de *seleniuros*, de *seleniatos* ó de *selenitos*.

Seleniuros. Los caractéres especiales de los seleniuros son, cuando se hallan en estado de sales solubles, producir precipitados de diversos colores con algunas preparaciones salinas metálicas: así con las sales de cinc, de magnesia y de cerio, dan precipitados de *color de carne*. Los demás seleniuros metálicos son generalmente *pardos* ó *negros* y susceptibles de tomar el pulimento de los metales bruñéndolos (Thenard).

Los seleniures calentados á la llama de oxidacion sobre el carbon y cuando la cantidad de selenio es muy considerable desprenden un humo rojo mientras que el carbon se cubre de una capa de color *gris de acero* brillante que segun su espesor parece *azul* ó *violada*. (H. Rose, Barreswil y Sobrero.) (1)

El ácido sulfuroso ó mejor aun una mezcla de ácido clorídrico y de sulfito de amoniaco que se haga obrar sobre los seleniuros, los descompone y deja depositar *selenio* en forma de un polvo *rojo* fusible en un cuerpo *negruzco*, combustible y que esparce un olor fuerte y desagradable de berza podrida.

El ácido selenioso se reduce tambien prontamente con el hierro y el cinc al estado de selenio rojo pardo pulverulento. El ácido selénico tiene para con la barita una afinidad tal que aun el mismo ácido sulfúrico no le descompone.

Acido selenídrico. Este ácido es gaseoso, incoloro, de olor aun mas infecto que el del hidrógeno sulfurado: es muy venenoso, irrita fuertemente las mucosas gutural y nasal. Arde dando un depósito de selenio, es lijeramente soluble en agua y esta solucion espuesta al aire, deja bien pronto formar un depósito de selenio precipitado.

METALES (2).

Potasio.

La *potasa* se encuentra en un gran número de aguas minerales pero en pequeñas porciones y en union con la sosa. Siempre se halla en estado de sales, cuyos caracteres mas notables son:

(1) Barreswil y Sobrero, *Appendice à tons les traités d' analyse chimique*. Paris 1843, p. 215, en 8.°
(2) Los metales solo se encuentran en las aguas en forma de combinaciones.

1.° Dar con el *ácido acético*, un compuesto que en estado neutro es muy soluble en agua y en alcool y que atrae fuertemente la humedad atmosférica.

2.° Dar precipitados característicos con los reactivos siguientes:

Precipitados.	Reactivos.	
Amarillo.....	Acido pícrico ó carbazótico.	El precipitado es cristalino soluble en los líquidos muy diluidos.
	Bicloruro de platino....	Se obtiene un cloruro doble de platino y de potasio $PtCl^2,KCl$, insoluble en alcool y que no se descompone por el calor.
Blanco.....	Acido tártrico.	Precipitado granujiento de bicarbonato de potasa $C^8H^4O^{10}$, KO, HO.
	Acidos clórico y percló-rico..	Precipitado cristalino. Se obtiene igualmente con los cloratos y los percloratos: damos la preferencia como reactivo al oxiclorato ó perclorato de sosa (1).
	Sulfato de alúmina.. .	Se obtienen cristales octaédricos de alumbre: $3SO^3Al^2O^3$, SO^3KO, 24 AQ.
	Acido hidrofluosilícico.	El precipitado de hidro-fluosilicato de potasa $(Si\ K^3)^2$, $(HK)^3$ es gelatinoso.

Estos precipitados con frecuencia tardan mucho en formarse, sobre todo en los líquidos díluidos; agitándolos se facilita mucho el fenómeno. Por último la coloracion de la llama suministra tambien un escelente carácter para distinguir las sales de potasa de las bases afines. Si se quema una sal de potasa y principalmente el carbonato, el azoato ó el cloruro en la llama esterior del soplete ó en la del alcool, se observa en seguida un color *violado* mas ó menos intenso.

Sodio.

La *sosa* es una de las bases mas comunes en las aguas minerales: se encuentra principalmente en estado de *sulfato* de *bi* ó de *sesquicarbonato* y de *cloruro sódico* arrastrado problablemente por el agua de las capas de los terrenos de sal gemma: las otras combinaciones de sosa no son muy raras, pero se presentan en cantidades mínimas y algunas, como el *sulfuro sódico*, forman la base de las aguas minerales sulfurosas sódicas tan numerosas en los Pirineos. Se reconoce la *sosa* mas bien por los caracteres negativos del potasio que por los *indicios positivos*.

1.° Forma con el ácido sulfúrico una sal, que en estado neutro es muy soluble en agua, amarga, purgante y muy eflorescente cuando se espone al aire: el ácido carbónico da con la sosa y despues de la calcinacion un producto salino que se eflorece al aire, mientras que el obtenido con la potasa atrae rápidamente la humedad.

En estado de acetato disuelto en alcool no dá ningun precipitado con el oxiclorato de sosa ó de barita y con el cloruro de platino no se obtiene el pre-

(1) Uno de nosotros ha propuesto el uso de un licor graduado de esta sal para determinar la cantidad exacta de potasa contenida en las potasas del comercio. (O. Henry, padre. *Du Potassimetre. Journ. de pharm. et de chim.* 3.ª serie, 1845, t. VII. p. 214.

cipitado granujiento de que hemos hablado antes, el líquido se vuelve por lo comun algo rojizo.

Solo dos reactivos precipitan la sosa y forman con ella dos compuestos blancos: hé aquí estas dos reacciones.

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco.....	Periodato de potasa básico.	El periodato de sosa formado (IO^7 NaO) es poco soluble en las sales de sosa y no se forma mas que en los líquidos concentrados.
	Bimeta-antimoniato de potasa (antimoniato granujiento.)	El precipitado enteramente insoluble está formado de SbO^2O^5, NaO, 7HO (Fremy).

Esta última reaccion que es la mas sensible que tenemos para reconocer la presencia de la sosa, necesita sin embargo precauciones indispensables para el buen éxito de la operacion. Así, el líquido no debe contener carbonato de potasa que impediria la precipitacion; en caso de que aquel fallase es preciso echar ácido clorídrico ó acético hasta que el líquido esté ápenas alcalino.

Es menester evitar que esté ácido porque se descompondria el reactivo y daria una falsa indicacion: en este caso es preciso saturar el líquido con la potasa pura para que se vuelva lijeramente alcalino.

Las sales de sosa comunican á la llama de alcool ó á la esterior del soplete un color amarillo muy intenso.

Amonio. (1)

El compuesto de azoe y de hidrógeno que se designa con el nombre de *amoniaco ú óxido de amonio*, se halla algunas veces en estado libre en las aguas en las que puede ser el resultado de la descomposicion de alguna materia orgánica. Por la ebulicion se puede desalojar este compuesto gaseoso que se reconoce primero en su olor fuerte y penetrante y despues en su avidez para con el agua, puesto que disuelve hasta 480 veces su volúmen. Pero rara vez se halla esta base en estado de libertad sino mas bien combinada en el de sales diversas, cuyos caracteres son:

1.° Descomponerse por el calor sobre todo en presencia de la potasa, de la sosa ó de la cal, bases mas fijas: el producto recojido en agua vuelve el color azul á la tintura de tornasol enrojecida por un ácido, enverdece además el jarabe de violetas y las tinturas de malva, de lombarda y de dalia. Con las sales de cobre concentradas da este líquido un precipitado blanco azulado que se redisuelve con mucha rapidez, y el líquido toma entonces un hermoso color *azul de lapislázuli*, formándose cloruro doble de platino y de amonio ($PtCl^2$, AzH^4Cl) insoluble en alcool y eter.

Estas reacciones que son semejantes á las que hemos mencionado respecto de las sales de potasa se distinguen de ellas porque por el calor se descomponen mientras que las sales potásicas son fijas.

2.° Dar los precipitados siguientes:

(1) No entraremos aquí en ninguna de las discusiones pendientes sobre si el amoniaco es ó no un óxido de amonio, porque esto no tiene importancia para el asunto que nos proponemos. En el curso de esta obra consideraremos al amoniaco como una combinacion de azoe y de hidrógeno que unida con el agua, funciona como una base análoga á la potasa: y si ponemos aquí al amonio al lado de los metales, es solo como hipótesis y para no alterar el órden que hemos seguido en este capítulo y que consiste en referir todos los principios mineralizadores contenidos en las aguas, á un tipo sea metaloideo ó metálico.

Precipitados.	Reactivos.	
Amarillo.	Bicloruro de platino.	Precipitado granujiento que se forma lentamente y es un cloruro doble de platino y amonio $PtCl^2$, $Az\ H^4\ Cl$. Es insoluble en alcool y eter y se descompone por la calcinacion dando platino metálico.
Blanco	Ácido tártrico.	Se forma un tartrato ácido de amoniaco $C^8\ H^4\ O^{10}$, $Az\ H^4\ O$, HO, que por el calor se reduce á un carbon voluminoso.
	Sulfato de alumina.. .	El precipitado cristalino obtenido es alumbre amoniacal, $3SO^3\ Al^2\ O^3$, $SO^3\ KO$, 25 Aq.
	Ácido hidrofluosilícico.	Depósito gelatinoso de hidrofluosilicato de amoniaco $(Si\ Fl^3)^2$, $(Az\ H^4\ Fl)^3$.
	Fosfato de magnesia. .	Se deposita en forma de copos abundantes, fosfato amoniaco-magnesiano. PhO^5, $Az\ H^4\ O\ (MgO)^2$, 12 Aq.

Litio.

La *litina* ú óxido de litio es una base rara en las aguas, sin embargo se ve principalmente en las que salen de ciertos terrenos graníticos ó de rocas granitoideas.

No existe mas que en estado hidratado (LiO, HO) y se disuelve poco en el agua.

Las sales de litina son poco frecuentes en las aguas minerales y principalmente se encuentran en forma de carbonato, de bicarbonato y de silicato. El cloruro de litio acompaña tambien en ciertos casos á los de sódio y potasio.

Los caracteres de las sales de litina son los siguientes: dan precipitados que permiten distinguirlos de las sales de potasa.

Precipitados.	Reactivos.	
Amarillo.....	Acido carbazótico. . .	De carbazoato de litina.
Blanco.....	Carbonatos de potasa y de sosa.	El precipitado se forma lentamente, porque el carbonato de litina es poco soluble en agua.
	Acido fosfórico y fosfato de sosa.	Precipitado mas marcado que el anterior.
	Acido hidrofluosilícico.	Precipitado de hidrofluosilicato de litina.

El *ácido tártrico*, el *sulfato de alúmina* y el *ácido perclórico* no precipitan las sales de litina.

Las sales de litina tiñen de color rojo de carmin la llama del alcool y la del soplete. Este color queda encubierto por las sales de sosa, pero no por las de potasa.

Diremos, por último, que la litina y sus sales atacan fácilmente al platino: cuando se calientan sobre una lámina de este metal, dejan una mancha de color pardo bien marcado.

Bario.

La *barita* en estado de combinacion salina apenas se ha indicado en las aguas; sin embargo, se ha reconocido en las de Luxeuil al lado del manganeso, sin que se sepa todavía cuál es su verdadero disolvente.

Los caracteres especiales de estas sales son dar los precipitados siguientes:

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco.....	Potasa, sosa.	Depósito de barita hidratada BaO; HO, que se disuelve en una gran cantidad de agua.
	Amoniaco.	El amoniaco no tiene accion sobre las sales de barita.
	Carbonatos alcalinos.	Precipitado de carbonato de barita insoluble.
	Acido sulfúrico y sulfatos	Se forma un sulfato completamente insoluble en agua y en los ácidos.
	Fosfatos de sosa. . .	Soluble en los ácidos azótico, clorídrico y acético. Su composicion es PhO^5, $2BaO$, HO.
	Acido hidrofluosilícico.	Cristalino, trasparente, que se forma con lentitud y está compuesto de $(SiFl^3)^2(BaFl)^3$
Amarillo.....	Cromato de potasa. .	Soluble en un esceso de ácido. Este carácter, lo mismo que el siguiente es muy distintivo del de la estronciana.

Las sales de barita tiñen de color amarillo verdoso los bordes de la llama de alcool.

Estroncio.

La *estronciana*, afine de la barita, y que se le parece mucho por sus caracteres químicos, no es rara en las aguas minerales; se encuentra ya en forma de *sulfato* al lado del *yeso*, ya en la de *bicarbonato* y tambien se ha indicado en la de *arseniato*. (Tripier, *Aguas de Hammam-Meskoutine*).

Hé aquí varios caracteres que pueden hacerla reconocer en estado de solucion salina: produce con el acido sulfúrico y los sulfatos un precipitado muy poco soluble en los ácidos, pero no enteramente insoluble.

Las sales de estronciana precipitan así:

Precipitados.	Reactivos.	
Amarillo.....	Cromato de potasa. . .	Se forma muy lentamente.
Blanco.....	Potasa, sosa.	De estronciana hidratada, StOHO, soluble en un esceso de agua.
	Carbonatos alcalinos	De carbonato de estronciana.
	Sulfatos solubles. . .	No se forma rápidamente mas que en las soluciones concentradas.

Las sales de estronciana tiñen de color rojo de púrpura muy brillante la llama de alcool.

Los mejores caracteres para distinguir la estronciana de la barita son: el color rojo de la llama de alcool que no queda encubierto por la presencia de las sales de barita, la no precipitacion de las sales de estronciana por el

ácido hidrofluosílico, y por último la accion muy poco enérgica del cromato de potasa.

Calcio.

La cal es una de las sustancias que se encuentran en todas las aguas minerales potables ó económicas, porque su falta completa puede considerarse como una escepcion muy rara. Por otra parte existe siempre en ellas en estado de combinacion salina, y mas generalmente en el de *bicarbonato*, de *sulfato* y de *cloruro calcico*.

Sus caracteres son fáciles de reconocer, hé aquí el cuadro de ellos:

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco.....	Potasa, sosa.	No se forma precipitado con el amoniaco á menos que se trate de un bicarbonato, en cuyo caso se forma carbonato de amoniaco y carbonato de cal.
	Carbonatos alcalinos.	De carbonato de cal CO^2CaO.
	Acido oxálico y oxalatos solubles.	De oxalato de cal, C^2O^3, CaO, 2HO, soluble en los ácidos minerales enérgicos. Este reactivo es el mas sensible para reconocer las sales de cal. Descubre cantidades muy pequeñas.
	Fosfato de sosa. . .	De fosfato neutro de cal, PhO^5, 2CaO, HO,3Aq.
	Acido sulfúrico y sulfatos solubles ademas del de cal.	De sulfato de cal, SO^3,CaO,2HO. Se forma solamente en los líquidos concentrados, es soluble ligeramente en agua, insoluble en alcool, susceptible de cristalizar en prismas aciculares.

La llama de alcool se tiñe con las sales de cal de color *rojo* que tira algo á *amarillo*

Cuando se queman estas últimas á la estremidad de la llama del soplete dan una luz deslumbradora. Este efecto sobre todo es mucho mas marcado con el soplete de Newmann, puesto que el calor es tal que la sal caliza, de la que con preferencia se escoje el carbonato, queda fundida.

Magnesia.

La *magnesia* forma parte tambien de los elementos mineralizadores mas comunes en las aguas al lado de la cal, á quien acompaña puede decirse casi siempre: entra en la composicion de muchos terrenos calizos esquistosos, asi como tambien en la de diferentes rocas; por lo tanto no debe causar sorpresa encontrarla con mucha frecuencia.

En solucion salina sus caracteres especiales son los siguientes:

Sus sales cristalizan en general con facilidad; casi todas son *amargas* y sensiblemente *purgantes*. Se conducen del modo siguiente, y dan reacciones, cuyo resúmen es :

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco.....	Potasa, sosa, cal, barita.	De magnesia hidratada, MgO, HO, soluble en las sales amoniacales. El amoniaco no precipita mas que la mitad de la magnesia en estado de hidrato y forma con el resto una sal soluble doble, que no se descompone con un esceso de amoniaco. Hé aquí como M. VVill (1) esplica la reaccion, tomando por ejemplo el sulfato de magnesia: $2(SO^3MgO)+AzH^4O$, $HO = MgO$, $HO+(SO^3, MgO, SO^3, AzH^4O)$. El mismo autor esplica tambien del modo siguiente la accion de ciertas sales amoniacales, como el cloridrato. Dice que se forma una disolucion del hidrato de magnesia precipitado, una parte del amoniaco queda en libertad, y se forma una nueva sal doble con otra porcion del mismo, $MgO, HO+2(Cl, AzH^4)=AzH^4O, HO+(ClMg, ClAz,H^4)$.
	Carbonatos alcalinos	De hidrocarbonato de magnesia $(3CO^2, 4MgO, HO=3(CO^2MgO), MgO, HO$.
	Bicarbonatos alcalinos.	No dan precipitado en frio, pero sí en caliente, perdiendo su esceso de ácido carbónico.
	Fosfato de amoniaco.	De fosfato amoniaco magnesiano, $PhO^5, 2MgO, AzH^4O, 12$ Aq, muy poco soluble en agua, y sobre todo en un líquido cargado de sal precipitante, ó tambien de amoniaco diluido.
	Fosfato de sosa. . .	No precipita mas que los líquidos muy concentrados, y solo cuando se halla en estado de sal amoniacal: $(PhO^5, 2NaO, AzH^4O)$.
	Oxalato de amoniaco..	El precipitado que no se forma con el ácido oxálico, tampoco se forma con las demas sales amoniacales.

Las sales de magnesia calentadas al soplete con azoato de cobalto, toman un color rosado.

La magnesia disuelta en ácido clorídrico, evaporada con cuidado, puede dar hermosos cristales, pero si se calcinan, entonces pierden su ácido y se reducen á solo la base.

(1) Will. *Guide pour l' analyse chimique*. trad. por Risener, Paris, 1857, p. 8, l. 8.ª

Aluminio.

La *alúmina* ó el oxido del metal de que hablamos es muy comun en las aguas minerales porque forma la base de muchos terrenos arcillosos que atraviesan las aguas, se la ve asociada tambien con otros de naturaleza caliza, y ademas entra en la composicion de rocas esquistosas etc. Unas veces se halla en estado salino, *sulfatos simples* ó *dobles*, por ejemplo á la inmediacion de los esquistos; pero mas generalmente se la reconoce en el de *silicato* y *fosfato* disuelto por el ácido carbónico.

Los caractéres de la alúmina son los siguientes:

Constituye una sustancia blanca, suave al tacto, insoluble en agua, que forma pasta con ella y se adhiere á la lengua: los ácidos la disuelven á menos que no esté fuertemente calcinada y da entonces en forma de jalea sales de un sabor estíptico algo azucarado, precipitables por el amoniaco, la potasa y la sosa que en esceso la vuelven soluble. La potasa fundida con la alúmina da una materia algo vitrificable que puede disolver el agua.

En cuanto á las sales de alúmina son incoloras y se reconocen del modo siguiente:

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco.	Potasa, sosa, amoniaco. .	El depósito es gelatinoso, de hidrato de alúmina $Al^2O^3,3HO$, soluble en un esceso de reactivo sobre todo en la potasa y la sosa.
	Carbonatos alcalinos. . .	Se produce un desprendimiento de ácido carbónico $3SO^3,Al^2O^3 + 3(CO^2,KO) + Aq = 3(SO^3KO) + 3CO^2 + Al^2O^3,3HO$.
	Sulfídrato de amoniaco. .	El producto es análogo y se desprende ácido sulfídrico: $3SO^3,Al^2O^3 + 3(HS,AzH^3) + Aq = 3(SO^3,AzH^4O) + 3HS$ y $Al^2O^3,3HO$.
	Cianoferruro de potasio. .	Se forma con lentitud.

El bisulfato de potasa en union con la alúmina en forma de jalea se combina con ella y da lugar á una sal doble (alumbre) que cristaliza en hermosos octaèdros cuando se deja el líquido en reposo y en un estado conveniente de concentracion.

La *alúmina* en forma de jalea humedecida con nitrato de cobalto y calentada, da un producto de un hermoso azul.

Glucinio.

La *glucina* es rara en las aguas, y no puede decirse siempre en que estado se encuentra, si en el de sulfato ó en el de silicato, porque esta todavía sin decidir.

Esta base tiene alguna semejanza con la alúmina. El amoniaco la precipita formando una materia blanca gelatinosa, soluble en un esceso de *carbonato de amoniaco*. Sus soluciones salinas no se precipitan con este último reactivo como las de la alúmina, y el bisulfato de potasa no produce alumbre con ella: por último no tiñe de color azul el nitrato de cobalto despues de su calcinacion con esta sal.

Itrio.

El óxido de *itrio* ó *itria* que comprende tambien la *erbina* y la *terbina* es insoluble en la potasa y se disuelve en el carbonato de amoniaco.

Sus sales precipitan en:

Blanco.	Por el ácido oxálico, el cianoferruro de potasio y el sulfidrato de amoniaco. Esta última sal da un precipitado de itria hidratado y un desprendimiento de ácido sulfídrico.

Lo mismo que la *alúmina*, la *glucina*, la *torina*, y la *circona* esta base no se precipita con el hidrógeno sulfurado.

Apenas está caracterizada, para que podamos detenernos en ella: su existencia en las aguas minerales es por otra parte de las mas dudosas.

Circonio.

El *óxido de circonio ó circona* en estado de hidrato es fácilmente soluble en los ácidos; pero despues de su calcinacion solo se disuelve en el ácido sulfúrico. En esta solucion se precipita de color blanco gelatinoso con la potasa, la sosa y el amoniaco, que no disuelven nada y solo el carbonato de amoniaco la vuelve soluble. Por último, el sulfato de potasa forma con la circona una sal blanca casi insoluble en agua y los ácidos (1).

Debemos ahora hablar de otras sustancias metálicas que existen en las aguas, y de las que algunas son bastante comunes para darles propiedades especiales, particulares, tales son las aguas *ferruginosas* y *manganesianas*.

Tambien los diversos metales que hay en las aguas existen en estado de combinaciones salinas, y solamente el *oro* es el que podria hallarse formando escamitas metálicas como se vé en la arena de muchos rios.

Hierro.

El *hierro* tan frecuente en las aguas se halla generalmente en estado de *sales protoxidadas*: algunas veces, sin embargo, es mayor su oxigenacion, sobre todo despues de la accion del aire.

Muchos caracteres sirven para reconocer los compuestos ferruginosos.

1.° Las soluciones de un *color verde esmeralda claro ó rojizo ambarino*, presentan un sabor estíptico mas ó menos astringente, llamado atramentario: espuestas al aire cambian de aspecto, se vuelven de color rojo ocráceo, pasando al estado de sesquióxido. Hé aquí los precipitados obtenidos por los reactivos en las sales de hierro.

Sales de protóxido.

Precipitados.	Reactivos.	
Negro. . . .	Sulfuros alcalinos, sulfidrato de amoniaco. .	De protosulfuro de hierro, FeS. insoluble en los álcalis y en un esceso de reactivo
	Cloruro de oro, sales de plata.	El oro ó la plata reducidos dan un precipitado negro purpúreo ó violáceo.

(1) Will. *Guide pour l' analyse chimique*. loc. cit. p. 13.

Azul. . .	Cianoferrido de potasio.	Este compuesto tiene por fórmula $3(CyFe)$, Fe^2Cy^3 y es el azul de Turnbull.
Blanco . . .	Cianoferruro de potasio.	Este precipitado es azulado, se oscurece al aire ó bajo la influencia de los oxidantes, y es cianuro de hierro, CyFe.
	Potasa, sosa, amoniaco, cal.	Precipitado de protóxido hidratado, FeO,HO, que se vuelve rápidamente verdoso y despues pardo, pasando al aire al estado de sesquióxido.
	Carbonatos. Fosfatos. Arseniatos. Boratos. } alcalinos.	Reaccion y color análogos.
Amarillo . .	Acido oxálico.	El precipitado se forma lentamente y se disuelve en ácido clorídrico.

El *permanganato de potasa* echado en una sal de protóxido de hierro, se decolora pasando la sal al máximum de oxidacion.

Sales de sesquioxido.

Precipitados.	Reactivos.	
Negro. . . .	Sulfuros alcalinos, sulfidrato de amoniaco. . .	De protosulfuro FeS. El precipitado se forma lentamente y el líquido se tiñe al punto de verde.
	Tanino y cocimiento de agallas.	Depósito de tanato de hierro (tinta) frecuentemente algo azulado ó violáceo.
Pardo rojizo	Potasa, sosa, amoniaco.	De sesquióxido hidratado, Fe^2O^3, $3HO$.
	Carbonatos alcalinos. . .	El mismo precipitado: se produce al mismo tiempo un desprendimiento de ácido carbónico.
	Sucinato y benzoato de amoniaco.	De sucinato y de benzoato de hierro.
	Cianoférrido de potasio.	Ningun precipitado, el líquido se tiñe solamente de color pardo verdoso.
Azul	Cianoferruro de potasio	Precipitado de azul de Prusia. $(Fe^2Cy^3)^2$, $(FeCy)^3$,
Rojo	Sulfocianuros alcalinos.	Ningun precipitado; pero el líquido se tiñe de color rojo de sangre.
Blanco.. . .	Acido sulfídrico.	Depósito de azufre: la sal se reduce al mínimum: $3SO^3$, $Fe^2O^3+HS=2(SO^3, FeO)+SO^3HO+S$.

Metiendo una lámina de hierro bien limpia en una sal de hierro peroxidada, ó haciendo pasar por ella una corriente de ácido sulfuroso se transforma la sal férrica en sal de protóxido:

$$3SO^3, Fe^2O^3+Fe=3(SO^3FeO)$$
$$3SO^3, Fe^2O^3+SO^2=2(SO^3FeO)+2SO^3.$$

Manganeso.

El *manganeso* acompaña con frecuencia al hierro en las aguas que contienen este último metal, solo que la cantidad que de él se encuentra no es por lo general muy considerable.

Pueden indicarse como caracteres principales los siguientes:

Las soluciones salinas de manganeso, bajo cuya forma existe el metal, tienen un sabor algo astringente, y ligeramente azucarado.

Por lo comun son de color de rosa, y precipitan así:

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco . . .	Potasa, sosa, amoniaco.	El precipitado de óxido hidratado es de color blanco sucio, pardea al aire ó muy rápidamente bajo la influencia de oxidantes tales como el cloro. Este precipitado tratado en caliente por el ácido clorídrico desprende cloro. Con un yoduro y un poco de ácido sulfúrico dá vapores violados.
	Carbonatos alcalinos. .	De carbonato de protóxido de manganeso hidratado; es blanco rosado, inalterable al aire.
	Cianoferruro de potasio.	Depósito blanco rosado, de color de flor de melocoton. Es soluble en los ácidos.
	Fosfatos, arseniatos. . .	Precipitados inalterables al aire.
	Oxalatos alcalinos. . . .	Precipitado cristalino.
Color de carne. . .	Sulfidrato de amoniaco.	El sulfuro de manganeso formado pardea por su esposicion al aire, y es insoluble en un esceso de reactivo.

El ácido sulfídrico no produce nada en las sales de manganeso ácidas, y precipita muy mal las soluciones neutras.

Cuando se añade una sal de manganeso á una solucion de bióxido de plomo (PbO^2) en ácido azótico diluido y muy puro, se produce un hermoso *color carmesí*, debido á la formacion del *ácido permangánico* (Mn^2O^7)

Por último, las sales de manganeso calcinadas fuertemente con una mezcla de potasa y de nitrato ó clorato potásico, originan á un producto verde (manganato de potasa) que disuelto en agua dá un líquido tambien verde que los ácidos vuelven rosado, y que se decolora por las sustancias reductrices, *azúcar* ú otras materias vejetales, y es lo que se llama *camaleon mineral*.

M. Lefort (1) ha propuesto tambien el método siguiente que parece muy sencillo: consiste en tratar con ácido azoótico el depósito ferruginoso de una agua mineral, añadir despues hipoclorito de sosa y sosa, y hervirlo por algun tiempo. El líquido claro decantado es de color de rosa, si existe manganeso al lado del hierro.

Cinc.

El *cinc*, que como hemos dicho en el capítulo anterior, no se ha indicado

(1) J. Lefort. *Estudes chimiques sur les eaux de Royat et de Chamalieres*. (Puy-de-Dome). 1857, p. 10. foll. en 8. *Annales de la societe d' hydrologie medicale*, 1857, t. III, p. 118.

mas que en corto número de circunstancias; pero que, sin embargo, puede encontrarse en las aguas potables que se hayan dejado en vasijas ó en canales de este metal, se reconoce fácilmente. Sus soluciones salinas precipitan en blanco por los reactivos siguientes: *bases alcalinas* y *sus carbonatos, cianoferruro, sulfidrato de amoniaco, fosfatos, oxalatos.*

Estos diferentes precipitados tienen ciertas propiedades, que son en resúmen las siguientes:

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco. . . .	Potasa, sosa.	Hidrato de óxido de zinc, ZnO,HO. Soluble en un esceso de alcali.
	Amoniaco. . . ;	Se forma una subsal, y la reaccion es incompleta. Ademas la presencia de las sales amoniacales impide que se verifique.
	Carbonatos de potasa y sosa.	Precipitado de sub-carbonato. Insoluble en un esceso de precipitante.
	Carbonato de amoniaco	El precipitado es el mismo; pero se disuelve en un esceso de reactivo.
	Fosfato de sosa.	De fosfato de cinc soluble en los ácidos, y en los álcalis, sosa, potasa, y amoniaco.
	Sulfidrato de amoniaco.	De sulfuro de cinc hidratado. Cuando los líquidos están muy ácidos no se forma.

Por último el *ácido sulfídrico* los precipita cuando su ácido es muy debil por ejemplo el ácido acético.

Niquel.

Las *sales de niquel* son de un hermoso color *verde prado, amarillo* en estado anhidro y generalmente solubles en agua y algunas en alcool. Los alcalis las precipitan formando un hidrato de color *verde manzana* que despues de seco se vuelve *verde sucio*: el amoniaco tambien las precipita primero, despues redisuelve el precipitado, dando un *líquido de hermoso color azul*, menos azulado, sin embargo, que el que dan las sales de cobre en las mismas condiciones: tienen un sabor algo estíptico y como *azucarado*: sus soluciones dan los precipitados siguientes:

Précipitados.	Reactivos.	
Negro. . .	Sulfidrato de amoniaco.	El líquido que sobrenada se tiñe de color pardo con una sal disuelta.
	Hidrógeno sulfurado. .	La reaccion solo se verifica en los líquidos neutros y aun entonces muy imperfectamente.
Verde. . .	Potasa, sosa.	De protóxido de niquel hidratado, NiO, HO Este precipitado de color verde manzana muy claro es insoluble en alcool.
	Carbonatos alcalinos. .	De sub-carbonato de niquel, del que una parte se redisuelve en el carbonato de amoniaco.

Verde.	Amoniaco. . . .	Se forma una sub-sal de color verde claro que se disuelve dando un color azul en un esceso de reactivo. Las sales amoniacales impiden que se verifique esta reaccion.
	Cianuro de potasio. . .	De cianuro de niquel amarillento que se disuelve en un esceso de cianuro de potasio, tiñéndose lijeramente de amarillo. Añadiendo mas ácido clorídrico le precipita inmediatamente de nuevo.
	Cianoferruro de potasio.	De cianoferruro de niquel, verde claro.
	Acido oxálico y amoniaco.	Se forma primero un compuesto soluble azulado, que espuesto al aire pierde en gran parte el amoniaco y se deposita en forma de un polvo verde claro (Laugier) (1).

Las sales de niquel dan con el *borax* y el *fosfato de amoniaco* vidrios teñidos de color *verde sucio*.

Cobalto.

Los compuestos de cobalto en estado salino son de color de *rosa* ó de *grosella*: muy concentradas sus disoluciones son azules ó verdes. Las sales solubles calcinadas se vuelven azules: las insolubles desecadas toman un tinte rosado, de color de lila ó azul.

Ilé aquí las reacciones mas importantes que sirven para hacerlas reconocer.

Precipitados.	Reactivos.	
Azul. . . .	Potasa, sosa.	El precipitado es una sal básica que resguardada del aire da hidrato de color de rosa, sobre todo con auxilio del calor, y que en contacto de él se trasforma en óxido intermedio hidratado de color verde aceituna $Co^3O^4 = CoO, Co^2O^3$.
	Amoniaco.	La reaccion es la misma, pero los precipitados se redisuelven en un esceso y solo el líquido se tiñe de color pardo.
	Fosfatos de sosa. . .	Se forma fosfato de cobalto violaceo que calcinado con ocho partes de alúmina gelatinosa, da un hermoso producto, el azul Thenard.
Color de rosa.	Carbonatos de potasa, de sosa y de amoniaco.	El depósito es un carbonato básico soluble en un esceso de ácido carbónico ó sobre todo de carbonato de amoniaco. El líquido queda de color de rosa, despues de la disolucion del precipitado.
	Arseniato de sosa. . . .	De arseniato de cobalto que calcinado se vuelve de color de lila.

(1) *Journ de pharmacie*, 2.ª série, 1819, t. V., p. 369.

Color de rosa	Acido oxálico.	Precipitado de oxalato de cobalto soluble en el amoniaco dando un oxalato doble de cobalto y de amoniaco que espuesto al aire se mantiene soluble sin alteracion poco (Laugier).
Negro. . .	Sulfuros alcalinos y sulfidrato de amoniaco. .	De sulfuro de cobalto; este sulfuro es insoluble en ácido clorídrico diluido, algo soluble en ácido cloroazoótico (agua regia) é insoluble en el sulfidrato de amoniaco.
	Hidrógeno sulfurado. .	Solo en el caso en que el ácido de la sal es débil ó en presencia de un esceso de acetato alcalino.
Blanco pardusco. .	Cianuro de potasio. .	Este precipitado de cianuro de cobalto se disuelve en caliente en un esceso de reactivo.

En presencia del ácido cianídrico libre da *cobalticianuro de potasio*, $3(CyK)\,Co^2Cy^3$. La solucion de este último no se precipita con los ácidos, lo cual distingue al cobalto del niquel.

Por último, calcinadas con el borax las sales de cobalto producen vidrios de *hermoso color azul*, *negruzcos* algunas veces, si la proporcion de la sal cobáltica es muy fuerte.

Cobre.

El cobre es muy raro en las aguas, la proporcion que en él se encuentra es de las mas pequeñas y generalmente está asociado con el hierro.

Se reconoce en una agua concentrada ó en uno de sus productos cuando despues de haberle añadido un poco de ácido sulfúrico se sumerje en ella una lámina de hierro *bien limpia* que no tarda en cubrirse de una capa roja de cobre: una lámina de cinc precipita el cobre en forma de polvo negro metálico.

Precipitados.	Reactivos.	
Azul. . . .	Potasa, sosa.	De óxido de cobre hidratado $CuO,2HO$.
	Amoniaco.	La misma reaccion; pero el precipitado se redisuelve inmediatamente dando al líquido un hermoso color azul celeste.
	Carbonatos de potasa y de sosa.	De carbonato de cobre hidratado $CO^2(CuO)^2 2HO$. Este precipitado es insoluble en un esceso de reactivo: con el carbonato de amoniaco se disuelve y toma color azul celeste. El hidrato de óxido de cobre lo mismo que el carbonato hidratado se vuelven negros por ebulicion.
Blanco. . .	Yoduro alcalino. . . .	De yoduro de cobre Cu^2I. El color es blanco sucio.
Pardo castaño.	Cianoferruro de potasio.	Decianoferruro de cobre, $2CuCy,FeCy$.

Negro. . .	Hidrógeno sulfurado y sulfidrato de amoniaco.	Este precipitado de sulfuro de cobre CuS, que se forma en los líquidos ácidos es insoluble en los sulfuros de potasio y de sodio, pero ligeramente soluble en el sulfidrato de amoniaco, y enteramente en el cianuro de potasio. Si las soluciones contienen un esceso de ácido mineral concentrado, el ácido sulfídrico no las precipita sino despues de añadir agua.

De todos los reactivos del cobre los mas sensibles son sin contradiccion el amoniaco y el cianoferruro de potasio.

Estaño.

Este metal que es muy raro en las aguas minerales no se ha indicado todavia mas que en las de Rippoldsau (Will), de Kissingen, y de Bruckenau (Buchner, j.) en las que acompaña al cobre, al plomo y al antimonio.

Las sales de estaño tienen un sabor estíptico muy marcado: frotadas desprenden un olor salobre desagradable. Enrojecen la tintura de tornasol.

Producen las reacciones siguientes:

Sales de protoxido.

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco. . .	Potasa, sosa.	Precipitado de óxido hidratado, SnO,HO disuelto en un esceso de reactivo. Si se hierve el líquido se forma un depósito negro ó pardo de estaño metálico y de ácido estáñico. $2SnO = Sn + SnO^2$.
	Amoniaco, carbonatos alcalinos.	Precitado análogo pero insoluble en un esceso de reactivo: con un carbonato se produce un desprendimiento de ácido carbónico.
	Cianoferruro de potasio.	El precipitado es abundante y gelatinoso.
Pardo. . .	Acido sulfídrico y sulfidrato de amoniaco. .	El precipitado está formado de protosulfuro SbS, es muy soluble en la potasa, en los sulfuros alcalinos y sobre todo en el sulfidrato de amoniaco sulfurado HS, AzH^4S. En este último caso el ácido clorídrico precipita del líquido bisulfuro de estaño SnS^2.

Sales de bioxido.

Blanco. . .	Potasa, sosa, amoniaco.	Precipitado gelatinoso de bióxido hidratado (ácido estáñico) SnO^2,HO.
	Carbonatos alcalinos. .	El mismo precipitado y se desprende al mismo tiempo ácido carbónico.

Blanco. . .	Tanino.	Precipitado blanco que tarda en formarse.
Amarillo. .	Acido sulfídrico y sulfidrato de amoniaco. .	Precipitado de bisulfuro de estaño soluble en la potasa, los sulfuros alcalinos y el ácido clorídrico. Este compuesto se forma en las soluciones neutras y ácidas, pero no en las alcalinas. La reaccion es la mas característica de las sales de estaño.

El cinc precipita al estaño de todas sus disoluciones (protóxido ó bióxido) en forma de escamitas agrisadas ó con frecuencia en la de una masa esponjosa.

Fundido con el *fosfato de amoniaco* y calentado muy fuertemente á la llama de reduccion da un *vidrio blanco lechoso opaco.*

Calentado sobre un carbon con cianuro de potasio y carbonato de sosa, produce un *glóbulo metálico argentino que se liquida* en caliente.

Plata.

Mr. Sarzeau ha sido el primero que ha indicado la presencia de la plata en algunas aguas y especialmente en las del mar: el forro de cobre de ciertos navíos produce con frecuencia cantidades notables despues de multiplicados viages y este metal se vuelve quebradizo. Tratada convenientemente con ácido azóotico produce una solucion que precipita del modo siguiente:

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco. . .	Acido clorídrico, cloruros.	El precipitado es requesonado: insoluble en el agua y los ácidos aun en el nítrico hirviendo y muy soluble en el amoniaco: se ennegrece á la luz y se reduce á plata metálica bajo la influencia del hidrógeno naciente y por la via húmeda. En el artículo *Análisis cuantitativa* volveremos sobre este hecho.
	Carbonatos alcalinos. .	De carbonato de plata soluble en el amoniaco y en el carbonato de esta base.
	Metafosfato y pirofosfato de sosa.	De metafosfato y pirofosfato de plata. El líquido queda neutro.
Amarillo. .	Fosfato de sosa.	De fosfato de plata, $PhO^5,3AgO$. Soluble en el ácido nítrico y en el amoniaco. En la reaccion en que se forma este fosfato el líquido se vuelve ácido.
	Yoduros alcalinos. . . .	De yoduro de plata, requesonado, se ennegrece á la luz como el cloruro, es completamente insoluble en agua: los ácidos y el amoniaco. Calentado en presencia del cianuro de plata y bajo la influencia de una corriente de cloro puro y seco da yoduro de cianógeno (O.Henry, hijo, y Humbert).

Pardo. . .	Potasa, sosa.	De óxido de plata pardo claro, insoluble en un esceso de reactivo pero muy soluble en el amoniaco.
	Cromato de potasa. . .	De cromato de plata de hermoso color pardo rojo. Muy soluble en el amoniaco.
	Arseniatos solubles. . .	De arseniato de plata, rojo de ladrillo, AsO^5 $3AgO$. Soluble en el ácido nítrico y en el amoniaco.

Plomo.

El *plomo* se ha indicado rara vez en las aguas minerales; pero con frecuencia se ha demostrado su presencia en las potables que hayan permanecido en vasijas ó conductos de este metal, y que por consiguiente se han hecho insalubres.

Como estas cuestiones de higiene son bastante frecuentes, hemos creido que era útil resumir así los caracteres tan marcados que presentan en sus reacciones las sales de plomo.

Piecipitados.	Reactivos.	
Blanco. . .	Potasa, sosa.	De protóxido hidratado, soluble en un esceso de reactivo.
	Amoniaco.	De sal de plomo básica, insoluble en un esceso de reactivo. Esta base no precipita el acetato de plomo, puesto que el subacetato de plomo es soluble en agua.
	Carbonatos alcalinos. .	De carbonato de plomo insoluble en un esceso de reactivo; pero soluble en la potasa; sobre todo en caliente. Segun M. Will (1) este carbonato es diferente, segun que se precipita en caliente ó en frio: en el primer caso su composicion es $2CO^2,3PbO,HO$; en el segundo CO^2, PbO.
	Sulfatos, ácido sulfúrico.	De sulfato de plomo: poco soluble en ácido azoótico diluido, soluble en ácido clorídrico hirviendo y en ácido tártrico.
	Cloruros, ácido clorídrico.	De cloruro de plomo soluble en caliente.
Amarillo . .	Yoduros alcalinos. . . .	De yoduro de plomo IPb, soluble en un gran esceso de reactivo y en agua hirviendo.
	Cromatos.	De cromato de plomo CrO^3, PbO, soluble en la potasa.
Negro. . . .	Acido sulfídrico, sulfúros alcalinos, sulfidrato de amoniaco.	De sulfuro de plomo PbS. Este precipitado es con frecuencia especular é insoluble en un esceso de reactivo.

(1) Will, *Traité d' analyse chimique* loc. cit. p. 41.

Antimonio.

Indicado por M. Daubrée, en el agua del mar, al lado del arsénico, no es tan raro este metal como se ha podido creer hasta el dia. Sin embargo, todavía no se ha mencionado mas que en un cortísimo número de circunstancias, y puede reconocersele en las reacciones siguientes, que dan sus soluciones salinas:

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco. . .	Potasa, sosa.	Se forma un precipitado de óxido hidratado Sb^2O^3,HO, soluble en un esceso de reactivo.
	Amoniaco.	El precipitado es el mismo, pero insoluble en un esceso de reactivo.
	Carbonatos alcalinos. .	Formacion de óxido hidratado soluble en un esceso de reactivo, se desprende ácido carbónico.
	Agua.	Cuando las sales son neutras se forman subsales solubles en ácido tártrico. Así con el agua el protocloruro dá un oxicloruro (Sb^2O^3),$^2Sb^2Cl^3$, HO (polvo de Algaroth).
Amarillo naranjado. .	Acido sulfídrico y sulfidrato de amoniaco. .	Fórmacion de sulfuro Sb^2S^3, soluble en los álcalis, los sulfuros alcalinos y el ácido clorídrico hirviendo. Este precipitado se forma en los líquidos ácidos.

El *cinc*, el *hierro* y el *estaño* precipitan al antimonio de sus disoluciones en forma de polvo negro. Esta solucion da un precipitado negro con el *azoato de plata*.

Los metales de que nos resta hablar son todavía mas raros que los anteriores, sus caracteres están indicados de un modo mucho menos marcado; sin embargo, siguiendo la misma marcha que hemos indicado antes, trataremos de agrupar estas reacciones de un modo que hagan mas fácil su estudio, y comenzaremos por el molibdeno.

Molibdeno.

Las sales de protóxido y las de bióxido de molibdeno, son poco estables; sobre todo las últimas. Generalmente son negras ó de un color rojo de púrpura, y se precipitan con los reactivos siguientes:

Precipitados.	Reactivos.	
Pardo . . .	Potasa, amoniaco, carbonatos alcalinos. . .	El precipitado es insoluble en un esceso de reactivo.
	Carbonato de amoniaco.	El precipitado es muy soluble.
	Sulfidrato de amoniaco.	El precipitado es muy soluble.
Negro. . . .	Acido sulfídrico.	El precipitado se forma lentamente, y el líquido que sobrenada es azul ó verde.

Estos caracteres se refieren á las sales de protóxido y á las de bióxido. De estas últimas, las que son insolubles en agua se disuelven en los alcalis y forman fácilmente molibdatos.

El ácido molíbdico es blanco amarillento, bastante soluble en agua sobre

todo en caliente, muy sensiblemente volátil. Se disuelve con los *ácidos sulfúrico, fluorídrico, clorídrico* y aun *carbónico*, principalmente *en estado de hidrato*. Si se sumerje una lámina de cinc ó de estaño en estas soluciones, se manifiesta, segun la concentracion del líquido, un color primero *verdoso*, despues *violado* ó *azul*.

Los *álcalis* y el *amoniaco* disuelven tambien el ácido molíbdico, y producen sales bien cristalizadas solubles: con las *sales de plomo y de plata*, se obtienen *compuestos amarillos insolubles*.

Los *sulfidratos de amoniaco* y de *sosa* dan con el ácido molíbdico un *sulfuro pardo soluble* en un esceso de reactivo. Con un fosfato de amoniaco se obtiene fundiéndole en la llama de reduccion un vidrio azulado ó amarillo verdoso, sobre todo cuando está caliente.

Tungsteno.

El *ácido túngstico* es un polvo *amarillento* incristalizable, insoluble en agua y en alcool, no volátil. No se disuelve en los ácidos mas que en estado de hidrato principalmente en el *ácido clorídrico* y la solucion tratada por un *cuerpo reductor*: por ej. *el cinc* produce un color *violáceo* ó *azulado*.

Los *sulfidratos de amoniaco* ó de *sosa* le convierten en un *sulfuro pardo* muy soluble en un esceso de reactivo.

Dá tambien con el *fosfato de amoniaco* en el fuego de reduccion un vidrio un poco azulado, algunas veces rojo si contiene algo de hierro.

Titano.

Las sales de titano solubles son ácidas y tienen todas color rojo. Por el contrario las sales básicas de este metal son azules ó tambien negras é insolubles.

Este protóxido es una base muy débil, las sales que produce forman un precipitado *azul* con los carbonatos alcalinos; pero este color varia, volviéndose por su esposicion al aire *rojo de canela*, y despues de un contacto prolongado con el agua pasa al *verde*.

El ácido titánico (TiO^2) es mucho mas importante: se presenta en forma de polvo blanco no cristalizado, apenas soluble en agua y enteramente soluble en alcool. En estado de hidrato se disuelve con mucha facilidad en los ácidos sulfúrico, clorídrico, fluorídrico y aun en el carbónico: calcinado es soluble en caliente, sobre todo en los ácidos sulfúrico y fluorídrico.

Las soluciones tratadas por el cinc, el estaño y aun por muchos compuestos reductores, producen primero *colores rosados, violáceos, azules*, algunas veces, despues se forma un *precipitado negruzco* pulverulento, con frecuencia *azul*.

Los *álcalis* disuelven al ácido titánico hidratado, el amoniaco le disuelve menos. Por último, fundido con *fosfato de amoniaco* en la llama de reduccion, este ácido produce un *vidrio azul muy hermoso*.

Los sulfidratos de amoniaco ó de sosa no forman sulfuros con el ácido titánico, y le reducen algunas veces á un *producto blanco* (óxido intermedio) (Ti^2O^5, HO).

Cerio.

Las sales de cerio que casi siempre están mezcladas con las de lantano y dídimo tienen un sabor astringente y azucarado.

Son mas solubles en frio que en caliente: sus caractéres que en su mayor parte son aun desconocidos, pueden resumirse del modo siguiente:

Precipitados.	Reactivos.	
Blanco. . .	Potasa, sosa, amoniaco, carbonatos alcalinos.	El precipitado que es voluminoso es insoluble en un esceso de reactivo.
	Sulfidrato de amoniaco.	Precipitado de cerita hidratado, insoluble en un esceso de reactivo. Este precipitado no se forma con el hidrógeno sulfurado.
	Cianoferruro de potasio.	El producto es pulverulento y se obtiene en líquidos muy diluidos.
	Sulfato de potasa. . . .	Se forma un sulfato doble análogo al alumbre: es cristalino y con frecuencia solo se forma por la agitacion; lavada esta sal con un esceso de precipitante, se disuelve en ácido clorídrico hirviendo del que le precipita un esceso de potasa.

Tántalo o colombio.

La combinacion oxigenada del tántalo ó *ácido tantálico* (TaO^2) de que hablamos forma un polvo blanquecino, insoluble en agua y en alcool, soluble en estado de hidrato en muchos ácidos sobre todo en el fluorídrico; pero insoluble en todos y aun en este último, cuando se ha calcinado fuertemente el ácido tantálico (Mosander); los álcalis *apenas le disuelven mas que en estado hidratado*. Los cuerpos reductores, por ejemplo *el cinc y el estaño, no producen mas que un color rosado de heces de vino en la solucion clorídrica de ácido tantálico.*

El *sulfidrato de sosa* ó el *de amoniaco* no le hacen esperimentar alteracion. Por último el fosfato amoniacal mezclado con él produce un vidrio azulado cuando se ha fundido y calentado fuertemente resguardado del aire.

Materia orgánica.

Esta materia llamada *estractiva* de las aguas no aparece con un color amarillento mas que cuando se han concentrado los líquidos y entonces acompaña generalmente á todos los productos de la evaporacion. Se disuelve en parte en el alcool y el agua, y una porcion queda *insoluble* con los resíduos definitivos.

Mr. Dupasquier (1) dice, que hirviendo el *cloruro de oro da color violado y enturbia el agua* que contenga cierta proporcion de materia orgánica, porque el cloruro de oro que es una combinacion muy instable tiende á reducirse por estas materias orgánicas: segun Mr. Malaguti (2), el agua bajo esta doble influencia se descompone, cede su oxígeno á dichas materias orgánicas y su hidrógeno al cloro del reactivo: lo que deja el metal en libertad con un color violado debido á partículas de oro sumamente divididas.

Mr. Fauré (3), ha propuesto el tanino en solucion alcoólica para manifestar la presencia de esta especie de albúmina vegetal que existe en las aguas

(1) *Journal de pharmacie et de chimie.* 3.ª serie, 1848, t. XIII, p. 164; y *Journal de chim. med.* 3.ª serie, 1847, t. III, p. 410.
(2) Malaguti, *Chimie elementaire*, 3.ª leccion. Paris 1853, t. I, p. 73, en 12.
(3) Fauré. *Analyse chimique des eaux du departement de la Gironde.* Burdeos, 1853, p. 21.

y entonces se produce, segun él, una opacidad blanquecina mas ó menos marcada. Hay que observar sin embargo que ciertas sales calizas pueden dar lugar á una cosa análoga é inducir á error.

Añadamos á lo que precede los hechos siguientes:

Cuando se tratan grandes masas de agua mineral, se hierven y se evaporan hasta sequedad, se tiñen de color amarillo y dejan casi todas un residuo que descomponiéndose por la calcinacion, *pardea* y se *ennegrece*. Este fenómeno es un efecto de la sustancia orgánica de que aquí nos ocupamos.

En cuanto á los ácidos crénico y apocrénico bastante comunes en las aguas ferruginosas y que se colocan al lado de las materias *orgánicas* ó *estractivas*, Berzelius (1), ha propuesto para reconocerlos el siguiente método que se ha adoptado generalmente.

Se hierven por cierto tiempo con una disolucion de potasa cáustica los precipitados *ocráceos* abandonados por los manantiales ferruginosos ú obtenidos despues de la concentracion de las aguas. El líquido filtrado se acidula con *ácido acético diluido* y se echa entonces acetato cúprico neutro. Si el precipitado formado por esta sal es de color pardusco es debido al *apocrenato cúprico*.

Esta sal, es la que Mr. Mulder (2) dice que contiene cantidades variables de amoniaco. Despues de desecada á 140° C., esta sal deja 48,8 por 100 de óxido cúprico cuando se ha calcinado fuertemente. Si en el líquido en que se ha producido el precipitado anterior y que se ha filtrado se mezcla carbonato de amoniaco en cantidad suficiente para hacer que se vuelva azul el color verde, y se calienta, se formará un precipitado *verde azulado* de *crenato de cobre* que despues de seco y calcinado, da segun Mulder, 74,1 por 100 de óxido.

Cuando se ha añadido á la solucion *crénica* y *apocrénica* ácido *acético diluido* ó una solucion tambien diluida de ácido sulfúrico ó clorídrico, la sustancia que aparece mas ó menos pronto dando lugar á un viso turbio *agrisado*, y á copos de color *sucio pardusco*, podria tomarse á primera vista por sílice: pero recojida y seca es en parte soluble en alcool hirviendo; enturbia fuertemente las soluciones de *acetato de hierro*, de *nitratos de plomo y de cobre*; puede dar un color de púrpura á las soluciones salinas de plata; por último espuesta al fuego se descompone y desprende productos oleosos empireumáticos y amoniacales.

Segun las consideraciones anteriores y cuanto acabamos de ver referente á la análisis cualitativa de las aguas minerales, nos creemos autorizados á admitir que siempre que hayamos examinado un agua neutra á los papeles de color, que presente un sabor particular salado, amargo ó solamente *fastidioso* y casi inseasible, y que los reactivos nos hayan indicado que contenga la presencia de cal, de magnesia y de sosa, se podrá considerarla como una *agua salina simple*. Si el nitrato ácido de plata ha producido un abundante depósito requesonado, y el cloruro de bario otro blanco insoluble en un esceso de ácido, podremos estar seguros de que contiene cloruros y sulfatos, con frecuencia ámbos á la vez; será pues *clorurada*, *sulfatada* ó *clorosulfatada*. En cuanto á los silicatos y boratos, sus caractéres son mucho menos marcados á la simple vista, y es preciso, como hemos visto ensayos mas complicados para decidir su presencia.

Si el sabor del agua es agrio, picante, en una palabra, acídulo, y la

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1838, t. LIV, y *Annales des mines*, 3.ª serie, 1834, t. V, p. 527.

(2) *Journal für prakt chimie*, t. XXXII, p. 321. Berzelius. *Rapport annuel sur les progrès de la chimie*. Paris, 1845, p. 316.

tintura de tornasol enrojecida primero, recobra bien pronto el color azul, mientras que la de violeta se vuelve verde, podremos reconocer en seguida que tratamos de una *agua acídula gaseosa bicarbonatada*.

Por último, si el principio alcalino está marcado sobre todo por el bimeta-antimoniato de potasa granujiento, la colocaremos entre las *bicarbonatadas sódicas*. Por el contrario si el precipitado es abundante con el oxalato de amoniaco y con los demás reactivos de la cal y de la magnesia, tendremos grandes presunciones para demostrar que es una agua *bicarbonatada caliza ó magnesiana*.

Cuando el sabor es sulfuroso bien marcado y el olor es tambien decididamente sulfuroso, análogo al de huevos podridos y se disipa por ebulicion: y el agua precipita en negro por diversas soluciones metálicas, plomo, cobre, bismuto, plata; en amarillo por las soluciones salinas de antimonio y de ácido arsenioso: por último, cuando el nitroprusiato de sosa dá con ella un depósito de azul de Prusia, será preciso colocarla entre las *aguas sulfídricas simples*.

Si el olor es simplemente de huevos cocidos y se han obtenido con las soluciones de varios metales, hierro, manganeso, cobre, cobalto, cinc, etc.: precipitados negros, rosados y blancos: el ácido arsenioso no dá precipitado amarillo mas que despues de añadir un ácido y produce un color de púrpura con el nitroprusiato de sosa, se la considerara como perteneciente á las aguas *sulfidratadas sódicas ó calizas*, segun los caracteres propios de estas bases, obtenidos separadamente.

Finalmente, si el agua participa de ambas cualidades, y precipita en negro ó en pardo despues de haber esperimentado el contacto de ciertos metales, por ej., *plata* y *cobre*, se la llamará *sulfídrica sulfidratada*.

Por último ejemplo, diremos que cuando el sabor del agua es atramentario parecido al de la tinta, cuando no tarda en aparecer en su superficie en contacto del aire una película irisada ó un depósito rojo ocráceo en su trayecto, cuando además toma color azul de un modo mas ó menos marcada con el cianoferruro y cianoférrido de potasio, hace volverse violada ó roja de heces de vino la solucion de tanino ó la tintura alcoólica de agallas, podremos estar seguros de que tratamos de una *agua ferruginosa*. Si á estos caracteres que indican la presencia de la sal, se unen los que demuestran la del ácido carbónico; en una palabra, si el sabor es á la vez atramentario y acídulo, y además contiene sosa ó cal, diremos que esta agua es *bicarbonatada, acídula, ferruginosa*, y *caliza ó sódica*. Pero si sucede por el contrario que se descubre mucho ácido sulfúrico por las sales solubles de barita ó de plomo, se la juzgara *sulfatado ferruginosa*: ó si despues de hervida en presencia de la potasa, deja un depósito sea en copos ó de cualquier otro modo cuando se añade ácido acético, ó pardo negruzco bajo la influencia del acetato de cobre, se podrá presumir que esta agua es *ferrocrenatada*.

Por último, ensayos mas completos permitirán reconocer el bromo, el yodo, el arsénico, el manganeso y crear así subdivisiones de aguas *bromuradas, yoduradas, arsenicales*, y *manganesianas*.

CAPÍTULO IX.

DE LA ANALISIS CUANTITATIVA DE LAS AGUAS MINERALES.

Reflexiones sobre esta análisis.—Generalidades y reglas que deben seguirse.

Llegamos ahora á la descripcion de los métodos analíticos, por cuyo medio se puede apreciar la proporcion exacta de los diversos principios que mineralizan las aguas, es decir, á su análisis definitiva y cuantitativa. Esta apreciacion es muy necesaria para el médico que haga aplicacion de las aguas minerales, porque si es importante que conozca los elementos con que debe contar, tambien le interesa saber en qué relaciones existen estos elementos, y si relativamente dominan ó no en tales ó cuáles aguas análogas, de modo que se produzcan líquidos, no diremos que siempre mas eficaces, pero al menos mas enérgicos unos que otros.

Antes de detenernos en la descripcion de los procedimientos que hay que seguir, referiremos en pocas palabras las primeras operaciones que deben hacerse al llegar á las fuentes minerales.

Despues de haber estudiado el aspecto que presentan á la simple vista y la manera de brotar el agua de las rocas ó del terreno, en qué direccion y con qué abundancia en un tiempo dado, se determina su temperatura, se examina la naturaleza de dichas rocas de que salen las aguas y la de los terrenos próximos ó dominantes en el pais. Se vé si á su inmediacion existen minerales particulares, masas turbosas, criaderos de ciertas sales y de sustancias metálicas, despues es conveniente mirar si se desprenden gases á borbotones de las fuentes, y cuáles son estos gases; si se producen en las pilas ó en todo el trayecto de las aguas, depósitos ó confervas; y anotados todos estos hechos pasaremos al exámen de los caracteres físicos ó químicos de las aguas por medio de los sentidos, de los instrumentos y de los reactivos. En los capítulos anteriores hemos aconsejado minuciosamente los procedimientos á propósito para estas determinaciones preliminares, el lector podrá acudir á ellos.

Tomados estos datos, es menester dedicarse ya á las apreciaciones cuantitativas. Indudablemente ofrecen muchas dificultades á causa del gran número de principios que mineralizan generalmente las aguas y de las proporciones algunas veces pequeñísimas de muchos de ellos, y tambien por razon de las reacciones que pueden ejercer unos sobre otros. La determinacion de todos es un punto importante que exije los mas minuciosos cuidados y entretiene mucho tiempo: no obstante, si bien debe hacerse con exactitud la dosificacion exacta de todos los elementos contenidos en las aguas minerales, sobre todo cuando se trata de los principios de que parecen tomar sus virtudes médicas enteramente especiales; es preciso confesar tambien que hay algunos de una accion menos importante, ó que existen en muy grandes proporciones, y en los cuales no tiene ningun valor positivo el error pequeño de algunos centígramos. Así, si un agua contiene en cada litro muchos gramos de *cloruro de sodio*, de *sulfatos de sosa*, de *cal* ó de *magnesia*, de *bicarbonatos alcalinos* ó *terreos* y de *sílice*, se concibe que una diferencia de 0 gr., 015 ó 0 gr., 02 no puede alterar realmente la exactitud de la análisis: las variaciones que naturalmente presentan las aguas, conducen con frecuencia por otra parte á diferencias mucho mas marcadas. Pero otra cosa sucede cuando se quieren apreciar ciertas sustancias mineralizadoras dotadas de acciones

especiales marcadas, tales como los *principios sulfurosos*, el *hierro*, el *manganeso*, el *arsénico*, y las sales *yodadas* o *bromadas*: en esto es preciso ser muy rigurosos, porque tales principios existen generalmente en pequeñas cantidades, y pueden resultar propiedades médicas diversas por poco que predominen. En definitiva vemos, pues, que la *determinacion ponderal* exacta de los elementos mineralizadores de las aguas, presenta muchas dificultades y exije el mayor cuidado.

Hé aquí las reglas principales que creemos poder sentar como bases y punto de partida, á saber:

1.° Operar en lo posible en las mismas fuentes, y cuando esto no, procurar proveerse de aguas recien recojidas con todas las precauciones apetecidas (V. cap. VII p. 149), embotelladas convenientemente y remesas poco despues de estas operaciones.

2.° No buscar siempre que se pueda mas que un corto número de elementos á la vez en una misma cantidad dada de aguas.

3.° Respecto de algunos que son raros y están en muy cortas proporciones, generalmente debe operarse sobre grandes masas de líquido.

4.° Repetir muchas veces las investigaciones y multiplicar los procedimientos, á fin de ver si los resultados obtenidos concuerdan perfectamente.

5.° Evitar en lo posible las concentraciones del agua mineral ó su evaporacion, porque se verifican ciertas modificaciones en la misma naturaleza de algunos elementos, y porque ulteriores reacciones dan orígen á otros productos distintos de los que primitivamente existen.

6.° Llegar á estas concentraciones solo despues de haber colocado las aguas minerales en condiciones capaces de evitar en lo posible estos inconvenientes.

7.° Para establecer definitivamente cuál es la composicion probable de un agua mineral vírgen, es decir, tomada á su salida del terreno; es preciso que los resultados hallados por métodos diversos se correspondan bien, y vengan á comprobarse perfectamente.

8.° Si las aguas han podido variar sensiblemente en el trascurso del tiempo, y esta variacion se ha establecido de un modo positivo, se mencionará teniendo en cuenta las divergencias producidas de mas ó de menos en la relacion de las cantidades halladas.

De la temperatura de las fuentes: modo de determinarla.

Hemos espuesto antes detalladamente lo que se refiere á la termalidad de las aguas: cuando se trate de determinar la temperatura de una fuente recurriremos á los principios espuestos en el capítulo que trata de ello de una manera especial y haremos su aplicacion.

Si el manantial es de fácil acceso, abierto al aire, despues de haber anotado la temperatura del aire esterior y la presion barométrica, que sin embargo es aquí poco importante, se *sumerjirá completamente en él* un termómetro, cuya exactitud se haya reconocido de antemano y al cabo de cerca de 10 minutos de inmersion se le sacará á la superficie para leer con la rapidez posible el grado exacto obtenido.

La operacion se repetirá del mismo modo muchas veces en el mismo dia á horas distintas, y aun varios dias de seguido en tiempos diferentes, cuando sea posible. Se anotarán todos los resultados observando si son ó no semejantes: y si apenas varian se tomará un término medio, sumando el número de los que concuerdan, y dividiéndole proporcionalmente; por ejemplo, si tenemos 15°,20; 15°,25; 15°,22: diremos:

$$15°,20+15°,25+15°,22=\frac{45°,67}{3}, \text{ es decir, } 15°,223.$$

Cuando las diferencias sean muy grandes, será preciso buscar las causas de ellas, porque estas circunstancias son raras á menos que no se traten á largos períodos y en estaciones muy distintas.

Algunas veces son las fuentes poco accesibles, por ejemplo, cuando se hallan en el fondo de los pozos, como sucede en los pozos de César en Neris.

Entonces es preciso recurrir á los termómetros de máxima y mínima ideados por M. Walferdin, y que se han descrito minuciosamente en el capítulo ya citado de la *termalidad de las aguas* (pág. 140 y siguientes).

Por otra parte se anotan los grados obtenidos como anteriormente, y se sacan las conclusiones que se deseen.

De la densidad o peso específico de las aguas.

Para la densidad de las aguas minerales se tendrá presente todo lo que hemos indicado respecto de este punto antes (pág. 162), y que creemos inútil reproducir aquí.

El conocimiento de la densidad de una agua puede servir principalmente como medio de comprobacion de las análisis; por ejemplo, si se ha reconocido que una agua que marcase 1030,95 de densidad contenia en cada litro, supongamos 1|2 vol. de gas carbónico, 0,88 de sulfato de sosa 0,70 de sulfato de magnesia, *supuestos anhidros*, 0,9 de cloruro de sodio y 0,2 de azoato de potasa, se podrá hacer una mezcla artificial en estas proporciones exactas con un litro de agua pura, y se verá si la densidad que presenta es igual enteramente ó casi igual á la obtenida antes. Así tendremos una prueba de que se ha hecho la análisis con exactitud.

De la evaporacion o de la concentracion de las aguas minerales y de la de los productos derivados de su análisis o que se refieren á ella: discusion sobre este punto.

Aunque como ya hemos dicho y repetiremos todavía muy pronto nos parece poco ventajoso evaporar las aguas minerales para analizarlas, hay algunas circunstancias en que son necesarias estas evaporaciones y concentraciones, por lo tanto debemos detenernos un momento aquí.

El método que con mas frecuencia se ha adoptado en la análisis de las aguas, consiste en evaporar hasta sequedad un peso dado y tratar el residuo de esta operacion por diferentes agentes y métodos destinados á apreciar la naturaleza y proporcion de las sustancias fijas que la componen. Este modo de proceder se ha criticado frecuentemente con razon, porque no da siempre la composicion real del agua examinada. En efecto, en muchos casos al concentrarse las aguas, ocasionan sales nuevas por las reacciones que se han producido en su contacto unas con otras y dan compuestos *definitivos* que no preexistian. Por ejemplo, si una agua está cargada de *ácido carbónico*, de *bicarbonato de cal*, ó de *sosa* y se halla en presencia de las sales solubles de *base* de *cal*, de *magnesia*, de *hierro*: cuando se caliente y se concentre, el bicarbonato de cal en el primer caso perderá una parte de su ácido, con el ácido libre que tambien se desprende, y se precipitará en estado de carbonato calizo insoluble: en el segundo caso si es bicarbonato de sosa se volverá sesqui, despues carbonato neutro y obrará bien pronto sobre las sales de cal, de hierro y de magnesia. Si se toma una agua *sulfurosa sulfídrica* perderá su ácido rápidamente y si está combinado el gas

sulfídrico se verán nacer durante la evaporacion nuevos compuestos; primero polisulfuros, despues se precipitará el azufre en parte; ó bien aparecerán hiposulfuros y sulfatos, sales que no existian seguramente antes de la concentracion. Con las aguas ferruginosas acídulas protosulfatadas, carbonatadas ó crenatadas no tardará el metal en pasar á un estado de oxidacion mas avanzado y producir entonces sub-sulfato de sesquióxido solo ó crenato férrico. Tambien se producirán sales diversas por la concentracion en razon de las diferentes fuerzas de afinidad y de cohesion y de su tendencia á cristalizar.

Se concibe pues que los productos que resultan de estas evaporaciones no darán la composicion primitiva de una agua y que tambien en algunos casos, como ha sucedido á uno de nosotros al analizar el agua sulfurosa de la Pecherie, en Enghien (1), se podrá deducir de la existencia del hiposulfito de magnesia en el residuo de las materias fijas, la del sulfuro de magnesio (hidrosulfato) primitivo en vez del de base de cal que realmente la mineraliza. Sin duda entonces el hiposulfito calizo producido, habia encontrado sulfato de magnesia dando lugar á sulfato calizo y á un hiposulfito de la otra base. Muchos ejemplos de este género podrian citarse con tal motivo, lo cual ha conducido á varios químicos á no apreciar en las aguas minerales mas que los ácidos, las bases y otros cuerpos aislados, dejando en seguida á la teoría el cuidado de agruparlos entre sí como indican las probabilidades respecto de tales ó cuales aguas. Empleando nosotros como comprobacion este método, le creemos no obstante muchas veces poco ventajoso; porque cuando solo se indican así los elementos, esta nomenclatura debe satisfacer poco al médico y todavía menos al vulgo.

Si ahora se agrupan teóricamente estos elementos entre sí, podrá suceder que la composicion presentada no sea la del agua é induzca á error á los prácticos que quieran administrarla. Así, supongamos que por una casualidad muy natural sea igualmente factible asociar las bases con los mismos ácidos, supongamos la sosa y la cal con los ácidos carbónico y sulfúrico, se tendrá bicarbonato de sosa y sulfato de cal, lo mismo que carbonato calizo y sulfato de sosa; pero estas sales no presentan las mismas propiedades médicas, y el agua mineralizada deberá ser diferente en ambos casos. Felizmente los en que hay incertidumbre son muy raros y muchos hechos sirven para favorecer estos grupos teóricos; pero ciertos procedimientos analíticos que mas adelante esplicaremos nos parecen que en la generalidad de casos permiten apreciar los compuestos tales como existen en las aguas.

Volvamos pues á la evaporacion y concentracion que sirven, á pesar de lo que acaba de decirse, en diversas circunstancias para el exámen definitivo de las aguas, ya se evapore la misma agua ó se obre solamente sobre productos de la análisis.

Como las aguas están cargadas relativamente de proporciones muy diferentes de sustancias mineralizadoras, es importante siempre saber cuantas materias fijas contienen en un mismo peso. El peso del residuo secado con cuidado á un grado comparativo, da la solucion que se busca y sirve despues de comprobacion para la análisis definitiva. No obstante deben tenerse en cuenta los principios que han podido desaparecer, ó el aumento de peso que han adquirido algunos oxidándose, por ejemplo.

Métodos y aparatos para efectuar la evaporacion de las aguas.

Como debemos reconocer, entre las operaciones que se han puesto en

(1) *Journal de pharm.* 2.ª serie, 1825, t. XI, p. 83.

práctica para llegar por la analisis al conocimiento de la composicion química de las aguas minerales, desempeña la concentracion un papel principal: unas veces se verifica espontaneamente al aire sobre vidrios, otras con auxilio del calor. En el primer caso, la inspeccion y la forma de los cristales observados con el microscopio producen indicaciones muy utiles: por ej.: pueden reconocerse asi formas prismáticas de cuatro ó seis caras con puntas diversas, ó distinguir cristales cúbicos, octaédricos, romboédricos y otros que se derivan de ellos, susceptibles de descubrir la existencia de tales ó cuales compuestos. Se descubren tambien materias realmente organizadas ó que se presentan en masas amorfas, semi-trasparentes etc.

Por el conocimiento de los hechos á que pueden referirse estas formas nos vemos conducidos á reconocer la existencia de tales ó cuales sustancias mineralizadoras.

Cuando en el segundo caso se aplica directamente el calor á las aguas minerales, lo mismo que á algunos productos que sirven para su analisis ó estraidos de ellas, he aqui el metodo que creemos conveniente seguir; como se trata sobre todo de preservar los residuos del polvo ó de las sustancias que podrian caer durante la operacion, se consigue este objeto empleando vasijas de porcelana, capsulas ó cazos ó bien cacerolas con esmalte blanco teniendo siempre cuidado de no evaporarlo hasta el fin á fuego desnudo, sino en baño de arena y de que no se llegue hasta la completa sequedad. Podrán emplearse tambien vasijas ó capsulas de platino, pero se evitará el uso de las de *plata* porque muchos de los principios contenidos en las aguas obran con frecuencia sobre el metal dando lugar á alteraciones, y despojan á las aguas de sus principios. Asi las que esten cargadas de cloruros, de bromuros ó de yoduros, ya alcalinos, ya terreos, atacaran á la plata mas ó menos profundamente: y de un modo mas marcado todavia obraran las que contienen elementos sulfurosos. Los utensilios de cobre ó de estaño no pueden servir con ventaja porque se atacan aun con mayor rapidez.

Las capsulas, ó cazos esmaltados puestos en un baño de arena muy limpio y sin nada de polvo se tapan con una gasa blanca, lavada y sin almidonar estendida sobre un cerco de laton: ó bien se toma una hoja grande de papel que se pega bien estendido sobre una crucera de pies, debajo de la cual se coloca convenientemente el vaso evaporatorio. Estos métodos son de facil ejecucion y estan al alcance de cualquiera; pero describiremos otro que nos parece les lleva alguna ventaja.

Se tiene una caja cuadrada sin fondo, formada de cristales sostenidos por marcos ó bastidores de madera, la que se pone sobre un baño de arena estendida encima de un hornillo de chapa de hierro, y á fin de evitar que se quemen los bastidores descansan estos en un paramento de barro de algunas lineas de grueso. En un costado de la caja hay una portezuela para colocar las cápsulas dentro sobre la arena y poder añadirles el líquido que se quiere evaporar. Para favorecer la evaporacion se hace entrar por un lado de la caja la estremidad de un tubo que sale de un frasco lleno de cal viva ó de cloruro de calcio bien seco, y por el lado opuesto de la caja hay otra abertura á la que se adapta un tubo que ó bien puede comunicar con una vasija llena de agua que sirva de aspirador haciendo que esté saliendo de continuo el agua gota á gota, ó bien y es lo mejor, con una estufilla llena de lumbre que constituya una corriente de aire, y la cual está sostenida en una varilla metálica. El aire entra por un tubo recto que llega hasta el fondo del frasco que tiene el cloruro de calcio, atraviesa este secándose á su paso, y penetra en la caja para salir por el tubo aspirador llevándose consigo el vapor acuoso que encuentra. De esta manera y graduando la temperatura del hornillo segun se quiera, se evapora con facili-

dad y sin que caiga polvo en el líquido. Tambien podria emplearse con éxito el aparato desecador aconsejado por Liebig para secar las materias orgánicas; que se reduce á un tubo doblado dos veces en ángulo recto, cuya parte central es mas ancha y destinada á contener lo que se ha de secar ó evaporar. Se introduce este tubo en un baño de agua ó aceite que se calienta con una lámpara de alcool hasta la temperatura que se quiera, para cuya graduacion hay un termómetro dentro del mismo baño. Un estremo del tubo comunica con un frasco ó tubo en U con cloruro de calcio, y el otro con un aspirador unido directamente con el ó por el intermedio de otro tubo secador tambien en U.

Cuando los productos todavia líquidos se han reducido á un pequeño volúmen es ventajoso echarlos sin *pérdida ninguna con los depósitos* en una capsulita en que se completa la concentracion secándolos á 105° hasta que no pierdan mas. Entonces se pesan esactamente en una buena balanza, tomando nota de los pesos obtenidos. Si se trata de compuestos que resulten del trabajo de la analisis y que sirven para apreciar los principios primitivos, se secaran hasta el punto que se crea conveniente para no modificarlos ó alterar su composicion.

Volvemos á repetir que es bien constante que en la mayoria de casos los residuos obtenidos por la evaporacion completa de una agua mineral no representan la composicion primitiva de este agua, pues que por una parte se disipan muchos principios volátiles, y por otra algunas sales pierden unas veces parte de sus componentes y otras se modifican ó se desnaturaliza completamente su composicion. Por ej.: diversos *bicarbonatos* pasan al estado de *carbonatos neutros*: algunas *sales ferrosas y manganosas* se convierten en *subsales férricas* y *mangánicas* ó solo en *sesquióxidos*: hay *sulfuros* que se vuelven *hiposulfitos, sulfitos y sulfatos*: varios silicatos pasan al estado de *carbonatos* y de *ácido silícico*; por último, ciertos *cloruros, yoduros y bromuros* pueden dejar desprender en todo ó en parte el *cloro*, el *yodo* y el *bromo* con quien estaban combinados. Ademas sucede que algunas sales reaccionando entre si producen cambios de las bases en razon de la insolubilidad ó poca solubilidad de unas y otras.

Como se ve, pues, la evaporacion debe dar residuos, que no representan la composicion primitiva de una agua, y para determinarla, la analisis de estos residuos no conduce á la verdad que se desea. Hay desde luego necesidad de emplear otra marcha en la análisis á fin de obviar de semejantes dificultades. En los párrafos siguientes proponemos la que nos parece mejor para llegar al objeto deseado.

De la analisis de los principios elementales disociados y apreciados en el estado elemental.

Acabamos de demostrar las dudas que pueden resultar en la analisis de las aguas, de seguir el método de evaporarlas con cuidado hasta sequedad, y de someter los residuos á los ensayos químicos á fin de demostrar la naturaleza y la proporcion de los elementos que las componen. Hemos visto en efecto que en muchos casos, no son los mismos que antes de la evaporacion, pues que se producen por diversas reacciones ó por alteraciones profundas de los que primitivamente existian. Esta circunstancia ha conducido como hemos dicho antes á muchos químicos á considerar la analisis de las aguas minerales como imposible por los métodos seguidos generalmente y á tener desde luego como mas racional el apreciar con esactitud aisladamente cada principio elemental, para agruparlos en seguida segun las leyes de la teoría ó ciertas consideraciones geológicas: algunas veces tambien se limitan ó espo-

ner simplemente los resultados de las primeras análisis dejando al arbitrio de cada cual el cuidado de combinarlos á su capricho.

Aunque creamos que no debe adoptarse este modo de presentar la composicion de las aguas, juzgamos que es indispensable para comprobar una analisis, hacer la separacion y apreciacion de cada elemento por el método que acabamos de indicar. Este método es el que se sigue en la escuela de minas en Francia y en general por la escuela alemana.

Así, dada una agua, si admitimos por ej.: que los ensayos de indicacion nos han dado á reconocer en ella la existencia de los *ácidos sulfúrico, carbónico y fosfórico, cloro, cal, magnesia, sosa, potasa, amoniaco,* ó bien *hierro, manganeso, arsénico*: si al lado de estos primeros elementos mineralizadores se ha indicado tambien el *yodo*, el *bromo*, el *ácido sulfídrico*, con diferentes bases, se deberá en el género de analisis que nos ocupa, determinar la proporcion de todas estas diversas sustancias, y establecer del modo siguiente los resultados de la analisis á saber:

1.°	2.°	3.°
Acido carbónico.	Acido carbónico.	Acido carbónico.
Acido sulfúrico.	Acido sulfúrico.	Acido sulfúrico.
Acido fosfórico.	Acido fosfórico.	Acido fosfórico.
Cloro.	Cloro.	Acido sulfídrico ó azufre.
Sosa.	Yodo.	Cal.
Cal.	Bromo.	Sosa.
Magnesia.	Sosa.	Magnesia.
Amoniaco.	Cal.	Potasa.
Potasa.	Magnesia.	
	Arsénico.	
	Sesquióxido de hierro.	
	Sesquióxido de manganeso.	

A estas listas, se añadirian respecto de otras aguas:

4.°	5.°
Acido silícico ó silice.	Acido titánico.
Alúmina.	Acido tantálico.
Litina.	Acido túngstico.
Glucina.	Acido molíbdico.
Acido bórico.	Cobalto.
Acido azoótico.	Niquel.
Fluor ó ácido fluorídrico.	Estaño.
Betun.	Cobre.
Acido crénico.	
Acido apocrénico.	
Materias del humus etc.	

La suma de las cantidades de estas sustancias deberá corresponder con la que da la análisis de tal ó cual agua por otros métodos siempre que la composicion definitiva se haya hecho racionalmente.

Examinando estas tablas se comprende en seguida que si segun que predominen tales ó cuales de estos principios puede decirse que una agua es *salina, ferruginosa, alcalina, acídula* ó *sulfurosa*, es sin embargo difícil decidir muchas veces de que manera están agrupados los elementos que en ella se encuentran y es preciso hacer intervenir en este caso las leyes de la teoría para llegar á ello. Esta manera de presentar la composicion de una agua mineral no puede ilustrar mucho á los médicos y tiende además á engañar á muchas personas que creyendo que los principios anunciados existen

en estado de completa libertad, pueden asustarse, sin duda equivocadamente, por la presencia de algunos.

A pesar de estas consideraciones, muchos químicos han adoptado este género de análisis, como hemos dicho: nosotros creemos que solo debe servir de comprobacion de los resultados obtenidos por otros métodos. Vamos á tratar aquí de él detalladamente.

De la determinacion de cada uno de los elementos aislados que se encuentran en las aguas minerales

Para llegar á esta determinacion es inútil con frecuencia operar sobre residuos procedentes de la concentracion de las aguas minerales: basta en muchos casos emplear estas últimas intactas y casi al salir de las fuentes. Se echan los líquidos apropiados que determinan los precipitados, por ejemplo, cuya naturaleza y cantidad ponderal descubren la existencia de la proporcion de ciertos *elementos ácidos*, *básicos* ú otros.

Así, supongamos que se trate de las aguas *salinas* propiamente dichas *sulfatadas*, *cloruradas* ó *yodobromuradas*, tales como los ejemplos que siguen:

1.º—Aguas salinas (1).

Núm. 1.—*Aguas sulfatadas.*

		Gram.
Sulfatos calculados anhidros. . . .	de sosa.	1,00
	de magnesia. .	0,60
	de cal.	0,25
Cloruros..	de sodio. . . .	0,40
	de calcio. . . .	0,30
Azoato de potasa.		0,07
Acido silícico.		0,05
Principios.		2,67
Agua pura.		997,33
		1000,00

Núm. 2.—*Aguas cloruradas* (2).

		Gram.
Cloruros.	de sodio. . . .	4,50
	de magnesio. . .	0,50
	de potasio. . . .	0,75
Sulfatos calculados anhidros. . . .	de sosa.	0,40
	de cal.	0,20
Acido silícico.		0,06
Principios.		6,41
Agua pura.		993,59
		1000,00

(1) Mas adelante definiremos enteramente estas especies de aguas, lo mismo que las llamadas *acidulas*, *alcalinas*, *ferruginosas*, etc.

(1) Se han designado como aguas *mistas* ó clorosulfatadas aquellas en que los cloruros y los sulfatos existen poco mas ó menos en partes iguales.

Núm. 3.—*Aguas yodobromuradas.*

		Gram.
Cloruros	de sodio	4,50
	de potasio	0,75
Yoduro de sodio		0,04
Bromuro de sodio		0,06
Sulfatos anhidros	de sosa	0,30
	de cal	0,20
Acido silícico		0,06
Principios		5,91
Agua pura		994,09
		1000,00

Ejemplo núm. 1.

Despues de haber evaporado un peso de 1000 gr. del agua en cuestion y de haber desecado convenientemente el residuo se determina su peso: supongamosle igual á 2 gr. 67.

Se toma en seguida aparte un peso semejante de dicha agua y se echa en él un ligero esceso de cloruro de bario en solucion clara y que se haya acidulado préviamente.

Acido sulfúrico.

Se recoje con mucha precaucion el depósito formado: se lava cuidadosamente con el ácido y luego con agua destilada, despues de lo cual se seca y se calcina: su peso es entonces, de sulfato de barita 3 gr. 393 que representan 1 gr. 1666 de *ácido sulfúrico*, es decir todo el ácido sulfúrico de los *sulfatos* (*anhidros*), de *sosa*, de *magnesia* y de *cal* en el ejemplo que nos ocupa.

Cloro.

El *cloro* de los cloruros indicados es igual á 0 gr. 3245. Para determinar su proporcion se echa en 1000 gr. del agua mineral un ligero esceso de azoato de plata en solucion clara acidulada. El precipitado blanco requesonado, bien lavado, seco y fundido es cloruro de plata que pesa 1 gr. 312 y representa 0 gr. 3245 de cloro.

Açido azoótico (1).

Se recoje la porcion alcoólica definitiva del tratamiento del residuo de la evaporacion del agua, se separan con el sulfato de plata que se haya añadido con mucho cuidado, las últimas porciones de cloruros y se evapora hasta sequedad pero no al estremo, despues se trata con alcool hirviendo que disuelve el azoato de potasa: su peso seco da por el cálculo el *ácido azoótico* buscado.

(1) En este mismo capitulo indicaremos varios medios para apreciar este ácido.

Acido silícico.

Para apreciar este principio se evapora hasta sequedad un peso de 1000 gramos del agua núm. 1, se calcina, se trata con agua y con los ácidos, se lava, se calcina de nuevo; el peso del residuo es el del *ácido silícico*; 0 gr. 05.

Cal y magnesia.

Puede obtenerse el peso de estas dos bases acidulando lijeramente con ácido azoótico puro un peso de 1000 gr. del agua mineral, precipitándola entonces con un buen *esceso de carbonato de amoniaco mezclado con amoniaco*, recojiendo despues el depósito blanco formado, lavándole convenientemente, transformándole en cloruro por medio del ácido clorídrico y calcinándole muy fuertemente. El residuo es una mezcla de *magnesia*, y de *cloruro de calcio*; tratándole con agua alcoolizada se le quita el *cloruro cálcico*, cuyo peso representa la *cal*, ClCa=0 gr. 766; la *magnesia* calcinada de nuevo produce fácilmente su peso igual=0 gr. 144 (el *calcio* estará aumentado con el del *oxígeno* que le constituye en base caliza).

Sosa y potasa.

Se buscarán estas dos bases en el líquido precedente del que se haya precipitado la cal por el carbonato de amoniaco. Bastará para ello acidular este líquido con ácido sulfúrico puro y evaporarle hasta sequedad, despues calcinarle *fuertemente*, añadiéndole una pequeña cantidad de carbonato amoniacal: se vuelve á tratar con agua destilada, se filtra, y despues de una nueva evaporacion hasta sequedad, se determinará el peso de los dos sulfatos. Hecho esto, se disuelve en un poco de agua, se añade en cantidad suficiente cloruro de platino hasta que cese el precipitado amarillo de canario, que se recoje, se lava con éter alcoolizado y se seca. Su peso dará *cloro platinato potásico* 0 gr., 083 del que se saca el de la potasa 0 gr., 0325. Estableciendo la cantidad que representa en sulfato de potasa, la diferencia con la primera proporcion dará la del *sulfato de sosa*, 1gr., 84, de donde resultan 0 gr. 802 de *sosa*, que existe en parte en *sodio* con el *cloro*.

El peso del sodio está aumentado con el del oxígeno que le constituye en *óxido sódico*.

Tendremos, pues, para este análisis en el ejemplo núm. 1.

	Gramos.	
Acido sulfúrico.	1,166	Peso total, 2 gr. 84, aumentado con el oxígeno, combinado con el calcio y con el sodio.
Acido azoótico.	0,037	
Acido silícico.	0.050	
Cloro.	0,324	
Cal.	0,387	
Sosa	0,802	
Potasa.	0,032	
Magnesia.	0,144	

Es decir:

	Gramos.		Gramos.
Sulfatos anhidros. de sosa	1,00	Acido sulfúrico	1,1666
de magnesia.	0,60	ó sulfato de barita	3,393
de cal.	0,25		
Cloruros. de sodio	0,40	Cloro	0,3240
de calcio	0,50	ó cloruro de plata	1,312
Azoato de potasa	0,07	Acido azoótico	0,037
Acido silícico	0,05	Acido silícico	0,0500
Cal del sulfato	0,2500	Cal	0 387
Calcio del cloruro	0,0982	ó cloruro cálcico	0,766
Magnesia del sulfato	0,144	Magnesia	0,144
Sosa del sulfato	0,4564	Sosa	0,8020
Sodio del cloruro	0,2773	ó sulfato de sosa	1,0848
Potasa del azoato	0,0325	Potasa	0,0320
		ó clorur.-plat. pot	0,083

Ejemplo núm. 2.

Aquí se seguirá la misma marcha, pero respecto del núm. 3, habrá que apreciar el *yodo* y el *bromo*, la proporcion de ambas sustancias se determinará, pues, aparte al lado del cloro y del modo siguiente:

Los demas principios se buscarán como en el ejemplo núm. 1.

Ejemplo núm. 3.

Yodo y bromo.

Se empleará un peso determinado (bastante considerable) del agua mineral *yodobromurada* y se añadirá un ligero esceso de azoato ácido de plata. El depósito lavado, despues de fuertemente seco, se pesará y comprenderá *cloruro*, *yoduro* y *bromuro de plata*.

Despues de haberle reducido á polvo fino, se mezclará con limaduras de cinc puro en esceso y ácido sulfúrico igualmente puro muy diluido, operando la reaccion en una retortita para no perder ningun producto volátil: cuando el desprendimiento de hidrógeno haya cesado completamente aun con auxilio del calor, se reunirá el producto volátil recojido en el recipiente al resto y se evaporará casi hasta sequedad. Diluido el producto con cierta cantidad de agua, se introducirá en un tubo de vidrio estrecho que en su base tenga una llave de vidrio y en la parte superior un tapon; se añadirá éter sulfúrico por una parte, cloro y solucion reciente de almidon por otra, se agitará vivamente y se dejará en reposo; con lo que se formarán bien pronto tres capas distintas, la inferior azul que contendrá yoduro de almidon, la intermedia incolora y la superior amarilla ó naranjada producida por el éter bromado. Por medio de la llave se decantarán fácilmente estas tres capas lavandolas con cuidado con nuevo éter y agua clorada, y despues se aislarán los productos.

Yodo.

El *yoduro azul* de almidon calentado con un poco de potasa *pura* y calcinado fuertemente, se convertirá de nuevo en *yoduro de plata* con el azoato ácido de este metal: despues de lavado el depósito amarillo, se secará fuertemente, y pesará 0 gr. 062; representando el *yodo* 0 gr. 0338 de los 0 gr., 04 de yoduro alcalino.

Bromo.

El *eter bromado* agitado con la potasa, calcinado y trasformado en *bromuro de plata*, por medio de una solucion muy ácida de azoato de este metal, nos dará por el peso del *bromuro argéntico* 0 gr. 110, el del bromo 0 gramos, 0468, y el del bromuro de sodio 0 gr., 06.

La diferencia entre los pesos reunidos del *yoduro* y *bromuro de plata* y el de la mezcla triple de que hablamos, indicará el cloruro de este metal, de donde por medio del cálculo se sacará la cantidad de cloro del cloruro de sodio del ejemplo núm. 3.

Citaremos mas adelante muchos medios de apreciar tambien el *yodo* y el *bromo*, contentándonos por ahora con este procedimiento. Tambien se ha aconsejado algunas veces tratar con el amoniaco la mezcla de *cloruro*, de *bromuro de plata* y de *yoduro*; siendo este último casi insoluble en el menstruo, mientras que las otras dos sales se disuelven muy bien en él. Respecto de estos últimos, se podria tambien recurrir al éter sulfúrico y al cloro operando en el tubo descrito anteriormente.

Así representaremos del modo siguiente el ejemplo núm. 3.

Yodo	0,0338
Bromo.	0.0468
Acido sulfúrico.	Obtenidos por el método descrito antes, y que creemos inútil repetir de nuevo.
Acido silícico.	
Cloro	
Cal	
Sosa.	
Potasa.	

Es decir:

Sulfatos anhidros	de sosa. . . .	0,30	Acido sulfúrico.
	de cal.	0,20	
Cloruros. . .	de sodio. . . .	4,50	Cloro ó cloruro de plata.
	de potasio. . .	0,75	
Yoduro de sodio.		0,04	Yodo 0 gr. 0338 ó yoduro de plata.
Bromuro de sodio.		0,06	Bromo 0 gr. 0468 ó bromuro de plata.

Cal del sulfato.	Cal	Por los procedimientos descritos antes.
Sosa del sulfato.	Sosa	
Sodio del cloruro.		
Sodio del bromuro.		
Sodio del yoduro.		
Potasio del cloruro.	Potasa.	
Acido silícico.	Acido silícico. . .	

Apéndice á los ejemplos pertenecientes á los aguas salinas.

Sucede con mucha frecuencia que las aguas salinas contienen cantidades mas ó menos grandes de *oxígeno*, de *ázoe*, de *amoniaco*, de *fosfato* y tambien de *alúmina*.

Azoe y oxigeno

Se hierve una cantidad del agua mineral por bastante tiempo en un balon, á cuyo cuello se adapta un embudo por medio de un buen tapon: el embudo tiene en su parte inferior una llavecita y en el interior se pone una campana graduada; se llena todo del agua que se va á examinar, y se

hierve progresivamente en tanto que se vean desprenderse burbujas gaseosas que suban á lo alto de la campana. Cuando no se forma mas que vapor de agua, se suspende el fuego, se deja enfriar y se quita con precaucion la campana antes dicha, para medir el volúmen del gas obtenido, anotando la temperatura esterior y la presion barométrica del dia. Se indicarán por consiguiente las correcciones que deben hacerse en estas circunstancias en los resultados obtenidos.

Anotado el volumen del gas se introduce un cilindro de fósforo raspado para quitarle la costra blanca, y se sostiene por medio de una varilla: se deja en contacto mientras se formen nubes blancas ó estrias bianquecinas y se observe en la oscuridad un fulgor fosforescente; despues de lo cual se quita el fósforo y se busca el volúmen nuevo de gas reducido á los mismos grados de presion y temperatura. La pérdida obtenida en el volúmen primitivo representa el *oxígeno*, el resto lavado con un poco de agua de potasa es *ázoe* puro.

Amoniaco.

En cuanto al amoniaco que generalmente está asociado á los ácidos en las aguas, puede obtenerse destilando un peso conocido del agua, despues de haberla mezclado con potasa pura, y recojiendo el producto volátil por medio de un tubo refrigerante en un balon. Este producto debe neutralizarse con un ácido en ligero esceso, neutralizado este á su vez con la sosa, y al que se haya añadido cloruro de platino. El precipitado amarillo de *cloroplatinato de amoniaco* lavado con un poco de alcool etéreo, seco y pesado despues, dá la proporcion de *amoniaco*. Así 100 de cloroplatinato de amoniaco=7,62 de amoniaco.

Acido fosforico.

Para apreciar el ácido fosfórico, puede buscarse en el depósito formado, en un producto del agua, ó en la misma agua añadiendo azoato de plata puro y cristalizado. El precipitado tratado con ácido azoótico diluido produce un líquido claro, que saturado muy exactamente con el amoniaco, deja precipitar de nuevo un producto insoluble amarillento, que despues de seco es fosfato argéntico. Lavado, secado y pesado con cuidado dá la proporcion de ácido fosfórico que se busca, pues que 100 de esta sal contienen 32,3 de ácido fosfórico.

Alúmina.

El agua que contiene alúmina debe tomarse en cantidad conocida concentrada y adicionada con carbonato alcalino: recojido el depósito, lavado y seco, se calcinará fuertemente, se tratará entonces con ácido clorídrico muy diluido, y despues la parte insoluble se calcinará fuertemente con potasa alcoólica en un crisol de plata. El resultado de esta operacion, disuelto en agua, y saturado con ácido sulfúrico, se concentra y despues se mezcla con carbonato de amoniaco amoniacal. Se obtiene un depósito gelatiniforme blanco, que despues de seco y calcinado es alúmina.

Se puede, pues, añadir á los elementos mineralizadores simples estos otros, *ázoe*, *amoniaco*, *oxígeno*, *alúmina*, que podrán existir en estado de *carbonato* ó de *sulfato de amoniaco*, y la *alúmina* en el de *alumbre* (sulfato de alúmina y de potasa ó de *amoníaco*), ó en el de fosfato.

Algunas veces tambien se encuentra en estas aguas *litina*.

2.°—Aguas alcalinas silicatadas.

Supongamos el ejemplo siguiente, núm. 1.

	gramos.
Silicato de sosa	0,350
Silicato de potasa.	0,400
Carbonato de litina.	0,005
Carbonato de sosa.	0,200
Sulfato de sosa.	0.550
Cloruro de sodio.	0,250
	1,755
Agua pura.	998,245
	1000,000

Se aprecian los elementos mineralizadores en un peso conocido del agua anterior (varios litros etc.: y los resultados se refieren por el cálculo á 1,000 gramos): Así tendremos:

El ácido *silícico*, el *sulfúrico*, el *carbónico*, el *cloro*, la *sosa*, la *potasa* y la *litina*.

Los principales se determinan por medio de los procedimientos descritos ya anteriormente en el artículo *Aguas salinas*, á saber:

El ácido sulfúrico, por el sulfato de barita.
El cloro, por el cloruro de plata.
La sosa representada por el sulfato.
La potasa valuada en cloroplatinato.
El ácido carbónico, en carbonato de barita.
El ácido silícico, en estado natural.
La litina en fosfato sódico-lítico.

Acido carbónico.

Despues de haber precipitado una cantidad conocida de agua mineral por una solucion clara y neutra de cloruro de bario en esceso sensible, y recojido el depósito formado, se lava este depósito y se calcina, tomando en seguida su peso. Si se trata por medio del ácido clorídrico diluido en agua destilada queda sulfato barítico insoluble, disolviéndose el carbonato y algo de silicato de la misma base se filtra, se concentra hasta sequedad y se obtiene despues de lavada la *sílice*. La pérdida definitiva respecto del primer peso, es debida al *carbonato de barita*, de donde se deduce el *ácido carbónico*

Acido silícico.

A fin de determinar esta sustancia en el ejemplo que nos ocupa se toma un peso conocido del agua mineral, se evapora casi hasta sequedad, se trata con un ligero esceso de ácido clorídrico y se concentra enteramente: el residuo se trata con agua tibia y lo que no se ha disuelto constituye el ácido silícico que es conveniente calcinar antes de apreciar su peso.

Litina.

Acabamos de decir que esta base se encuentra tambien en las aguas y, sobre todo en la especie que nos ocupa: puede determinarse por el método siguiente:

En una cantidad conocida de agua que es preciso que sea de alguna consideracion, concentrada hasta los $\frac{2}{3}$ y filtrada despues, se añade en esceso y en caliente sosa cáustica *pura*, se filtra despues de fria y se le añade entonces un esceso de fosfato de sosa: bien pronto se ven desprenderse copos blancos distintos y precipitarse en el fondo de la vasija, se reunen se desecan despues de lavados, en seguida se pesan y se ve que están formados de *fosfato sódico-lítico*.

3.º—Aguas ácidas y acídulas.

Las aguas *ácidas* ó acídulas deben su carácter de acidez á los ácidos sulfúrico, clorídrico, sulfuroso, bórico y carbónico.

Los dos primeros se aprecian como ya hemos dicho y respecto de los demás, se opera del siguiente modo:

Acido sulfuroso.

Se añade al agua mineral una solucion de cloruro de bario acidulada con ácido clorídrico, se separa el sulfato de barita producido y por el líquido claro se hace pasar una corriente de cloro en esceso: el precipitado que entonces se forma es debido á una nueva cantidad de *sulfato de barita* que representa el *ácido sulfuroso*.

Acido borico.

Este ácido podrá obtenerse, bien se halle libre enteramente ó en estado de borato, evaporando una cantidad bastante grande del agua mineral hasta obtener un residuo líquido muy pequeño: filtrándole entonces en caliente y añadiendo un corto esceso de ácido clorídrico ó sulfúrico, abandonándolo al reposo por algun tiempo se obtienen cristales *laminares* que son el ácido buscado; se lavan un poco y se funden para apreciar su peso.

La composicion se fijará pues del modo siguiente: *ácido sulfúrico*, *ácido sulfuroso*, *ácido clorídrico*, *ácido bórico*.

Aguas acídulas bicarbonatadas.

Estas aguas muy esparcidas en la naturaleza son de diferentes géneros; ya *sódicas*, ya *calizas*, ya á la vez *sódicas y calizas*: presentaremos como ejemplos los siguientes (1):

Núm. 1.—Bicarbonato sódico.

	Gramos.
Acido carbónico..	1, 2
Bicarbonato de sosa	2, 0
Bicarbonato de potasa.	0, 5
Sulfato de sosa.	0, 5
Cloruro de sodio.	0, 6
	4,80
Agua.	995,20
	1000,00

(1) Se comprende que podriamos haber tomado ejemplos mas complicados, refiriendonos á las aguas naturales; pero se hubieran complicado tambien los resultados con perjuicio tal vez de la claridad de las esplicaciones. Lo mismo haremos respecto de las aguas siguientes ferruginosas y sulfurosas.

Núm. 2.—Bicarbonato cálcico.

	Gramos.
Acido carbónico.	1, 2
Bicarbonato de cal.	0, 5
Bicarbonato de magnesia.	0, 3
Sulfato de magnesia.	0, 5
Cloruro de sodio.	0, 6
	3,10
Agua.	996,90
	1000,00

Núm. 3.—Bicarbonato sódico cálcico.

	Gramos.
Acido carbónico.	1, 2
Bicarbonato de cal.	0, 5
Bicarbonato de magnesia.	0, 3
Bicarbonato de sosa.	2, 0
Sulfato de sosa.	0, 5
Cloruro de sodio	0, 6
	5,10
Agua.	994,90
	1000,00

Para representarlas segun el método de análisis que bosquejamos se fraccionarian así:

Núm. 1.

	Gramos.
Acido carbónico.	2.61
Acido sulfúrico	0,28
Cloro.	0,36
Sosa.	1,42
Potasa.	0,26
Total.	4.93

Núm. 2.

	Gramos.
Acido carbónico.	1,733
Acido sulfúrico.	0,260
Cloro.	0,360
Cal.	0,193
Magnesia.	0,532
Sosa.	0,330
Total.	3,210

Núm. 5.

	Gramos.
Acido carbónico.	2,883
Acido sulfúrico.	0,280
Cloro.	0,360
Sosa.	1,380
Cal.	0,195
Magnesia.	0,092
Total.	5,190

La determinacion exacta del *ácido sulfúrico*, del *cloro*, de la *sosa*, de la *potasa*, de la *cal* y de la *magnesia* se ha indicado anteriormente, y á ella remitimos al lector.

Resta ocuparnos en valuar el ácido carbónico, ya libre, ya combinado en bicarbonatos.

Acida carbonico.

Su valuacion puede hacerse por una porcion de métodos de los que mas adelante citaremos algunos en particular, limitándonos aquí al que vamos á describir.

Acido carbonico libre y combinado.

A un peso conocido de agua se añade con la rapidez posible amoniaco y cloruro de bario, y todo se pone en un frasco bien lleno y tapado, se deja formar el depósito, se recoje para lavarle, y se seca en seguida.

Este producto se introduce en un baloncito provisto de un buen tapon con dos agujeros, por uno de los cuales pasa un tubo de seguridad en S ó recto terminado en embudo, y que se sumerje hasta el fondo del balon; al otro se fija un tubo encorvado que comunica con una campana puesta sobre la cubeta de mercurio.

El balon contiene agua que se acidula con ácido clorídrico: calentandola, recojiendo el gas debajo del mercurio, y llenando al fin el aparato enteramente con agua por el tubo de embudo, se hace pasar todo el gas á la campana: medido entonces se trata con potasa; el volúmen absorvido representa el ácido carbónico, que reducido seco por medio del cálculo á la temperatura de 0, y la presion barométrica de 0,76 conduce al peso de este ácido. Por este medio no hay que tener en cuenta la magnesia y el carbonato de cal, ni la sílice, que hayan podido precipitarse al mismo tiempo que el carbonato de barita.

4.° —Aguas ferruginosas.

El método de análisis que seguimos no tiene por objeto descubrir inmediatamente el estado de combinacion en que existe el elemento especial de estas aguas (el *hierro*), acompañado tambien de otros principios salinos ó gaseosos indicados anteriormente, *carbonatos*, *sulfatos calizos* y *alcalinos*, *cloruros*, *ácido carbónico*, etc; y para cuya determinacion hemos dado medios que deberán aplicarse en esta ocasion. No se dirije mas que á apre-

ciar el peso del *elemento ferruginoso*, como tambien el del *manganeso* y el *arsenico*, que se encuentran frecuentemente asociados con él.

Supongamos, por ejemplo, unas aguas ferruginosas, *bicarbonatadas* ó *sulfatadas*, tales como estas:

Núm. 1.—Bicarbonato ferroso.

	Gramos.
Ácido carbónico.	0,800
Bicarbonato de cal.	0,300
Bicarbonato de protóxido de hierro. . . .	0,070
Bicarbonato de manganeso	0,010
Sulfato de cal	0,150
Cloruro de sodio.	0,200
Acido silícico.	0,050
Principio arsenical.	0,0002
	1,5601
Agua pura.	998,4399
	1000,0000

Núm. 2.—Sulfato ferroso.

	Gramos.
Sulfato ferroso.	0,800
Sulfato de manganeso.	0,070
Sulfato de cal.	0,250
Sulfato de alúmina.	0,250
Sulfato de amoniaco.	0,300
Cloruro de sodio.	0,250
Acido silícico.	0,050
Principio arsenical.	0,0002
	1,7202
	998,2798
	1000,0000

Se podrán representar del modo siguiente:

Núm. 1.

	Gramos.
Sesquióxido de hierro.	0,035
Sesquióxido de manganeso.	0,0048
Acido arsénico.	0,002
Acido sulfúrico. . .	Dosificados por los métodos que acamos de describir, y á los que nos remitimos.
Acido carbónico . .	
Acido silícico. . . .	
Cloro	
Sosa.	
Cal	

Núm. 2.

	Gramos.
Sesquióxido de hierro.	0,402
Sesquióxido de manganeso.	0,0361
Acido arsénico.	0,002
Alúmina.	0,0384
Amoniaco	0,1180

Acido sulfúrico. . .
Acido silícico. . . .
Cloro. . . . . } Dosificados como hemos dicho antes.
Sosa. . . . . .
Cal. . . . . .

Hierro.

La apreciacion *cuantitativa del hierro* se obtiene por medio de varios métodos, que espondremos en los párrafos sucesivos, limitándonos por ahora al siguiente:

Se toman algunos litros de agua mineral, y se le añade un esceso suficiente de *carbonato de sosa*: el precipitado lavado y *aireado* por algun tiempo, ó sometido á una corriente de cloro, se recoje y despues se lava; se pone en un frasco en contacto con agua pura cargada de ácido carbónico, y en proporcion bastante notable para disolver todo el carbonato de cal unido á los sesquióxidos de hierro y de manganeso insolubles en este menstruo acídulo.

Cuando se ha aislado todo el carbonato calizo, se reune el depósito, y despues de haberle lavado, se seca fuertemente; así se determina el peso que se separa en dos partes iguales A y B.

La primera, A, se disuelve en caliente en ácido clorídrico algo diluido, despues se evapora hasta sequedad, á fin de desalojar en lo posible el ácido en esceso: se vuelve á tratar con agua: y se obtiene una solucion muy diluida, en la que se mezcla cloruro de sodio puro. Acabada esta operacion, se echa con precaucion, y por medio del alcalímetro, un líquido que contenga $\frac{1}{40}$ de ferrocianato amarillo de potasa, añadiéndole hasta que se produzca un *precipitado azul* ó una *coloracion azul*. El número de grados empleados conduce á la apreciacion que se busca; así 10 divisiones representan gramos 0,0428 de *sesquióxido de hierro* con el *manganeso*, y deduciendo este último que se vá á encontrar en seguida se llega al peso del *sesquióxido férrico* puro, que por el cálculo se reduce á *protóxido ferroso* y despues á *bicarbonato* ó *sulfato*.

Manganeso.

En la porcion B debe buscarse el peso del *manganeso*, lo cual se consigue calcinando fuertemente este producto B con tres ó cuatro partes de clorato de potasa y potasa, dejándolo enfriar y disolviéndolo en agua pura, sin *filtrarlo* por papel ni añadirle materias orgánicas: se puede decantar claro ó hacerle fluir por una mecha de amianto: añadiendo azúcar al líquido claro, deja aparecer bien pronto el *sesquióxido mangánico* formando un depósito pardusco, que seco, despues de las lociones convenientes, se pesa (este es el peso que hay que rebajar del sesquióxido de hierro en la operacion que precede), y así llegamos por el cálculo al óxido manganoso, y de este al *bicarbonato* ó *sulfato* de este óxido.

Arsénico.

El arsénico está con mucha frecuencia unido con el hierro en las aguas *ferruginosas*; algunas veces con la cal ó la sosa en otras: puede determinarse mas ó menos exactamente, atendida su pequeñísima proporcion tra-

tando el residuo de la evaporacion de masas muy grandes de agua mineral, ú obrando sobre los depósitos ocráceos, que abandona esta espontáneamente.

Estos productos se calientan en vasijas de porcelana ó de platino con ácido sulfúrico *muy puro* ligeramente diluido: se opera así para destruir algunas materias orgánicas (*ácido crénico*, por ejemplo) que se reconocen en muchas aguas ferruginosas y que dificultan la operacion. Cuando se ha verificado la carbonizacion sin que se haya *secado completamente el residuo*, se trata este con agua pura hirviendo, se filtra y se introduce en un aparato del que se desprenda progresivamente hidrógeno por medio del cinc y ácido sulfúrico diluido, que de antemano se hayan reconocido como muy puros. El gas despues de desecado se recibe en ácido azoótico igualmente puro, terminando el aparato en un frasquito en que se pone un poco de ácido azoótico para absorver las últimas porciones de gas que hayan podido perderse: cuando se cree que la reaccion ha terminado, se reunen los productos, se evaporan hasta sequedad despues de neutralizarlos *exactamente* por medio de la potasa y se tratan con agua: á este líquido se añade con cuidado una solucion ligera de azoato de plata, teniendo la precaucion de que los líquidos no estén sensiblemente ácidos y se forma un precipitado *rojo de ladrillo, de arseniato de plata*, que lavado y secado con cuidado da por su peso el del *ácido arsénico* y por consiguiente el del arsénico que representa.

5.°—Aguas sulfurosas ó sulfuradas.

Las aguas sulfurosas están representadas en los ejemplos que siguen: unas veces está libre en ellas el *ácido sulfídrico*, otras combinado en todo ó en parte y de diferentes modos con diversas bases, y asociado igualmente con otros elementos mineralizadores ya mencionados anteriormente del siguiente modo.

Núm. 1.—Agua sulfídrica.

	Gramos.
Acido sulfídrico libre.	0,0405
Acido carbónico.	0,900
Bicarbonato de cal.	0,350
Bicarbonato de sosa.	0,250
Sulfato de sosa.	0,250
Cloruro de sodio.	0,300
	2,090
Agua pura.	997,910
	1000,000

Núm. 2.—Agua sulfídrica-sulfidratada.

	Gramos.
Acido sulfídrico.	0,04
Acido carbónico.	0,90
Sulfuro de calcio.	0,10
Bicarbonato de cal.	0,35
Sulfato de cal.	0,20
Cloruro de sodio.	0,30
	1,89
Agua pura.	998,11
	1000,00

Núm. 3.—Agua sulfidratada.

	Gramos.
Sulfuro de sodio.	0,12
Sulfuro de calcio.	0,04
Carbonato de sosa.	0,20
Silicato de sosa.	0,07
Cloruro de sodio.	0,30
Sulfato de sosa.	0,20
Yoduro de sodio.	0,002
	0,932
Agua pura.	999,068
	1000,000

que se traducirá así:

Núm. 1.

	Gramos.
Azufre.	0,0381
Acido sulfídrico.	0,0405
Acido carbónico.	Dosificados siempre por los métodos anteriores.
Acido sulfúrico.	
Cloro.	
Cal.	
Sosa.	

Núm. 2.

	Gramos.
Azufre.	0,0800
Acido sulfídrico.	0,0844
Acido carbónico.	Dosificados por los métodos anteriores.
Acido sulfúrico.	
Cloro.	
Cal.	
Sosa.	

Núm. 3.

	Gramos.
Azufre.	0,0669
Acido carbónico.	Dosificados por los métodos anteriores.
Acido sulfúrico.	
Acido silícico.	
Cloro.	
Yodo.	
Sosa.	
Potasa.	

Para determinar los otros elementos distintos del principio sulfuroso, nos remitimos en todo á los párrafos anteriores en los que se trata de su determinacion cuantitativa; ahora no tenemos mas que ocuparnos del *azufre* ó del *ácido sulfídrico* y del *ácido sulfídrico libre ó combinado.*

Muchos métodos pueden emplearse con este objeto sobre los que entraremos en mayores detalles mas adelante. Aquí solo mencionaremos el mas usado en el dia, á saber: el *método sulfidrométrico.*

En este método, como es sabido, y como le describiremos en la análisis definitiva de las aguas sulfurosas, se emplea una *tintura de yodo graduada,*

de la que se llena un instrumento tambien graduado llamado *sulfidrómetro*, y se echa tanteando en una *agua sulfurada* mezclada con una solucion reciente de almidon hasta que el líquido adquiera un *color azul* que no desaparezca por la agitacion.

El número de grados de la tintura yodada empleados en esta operacion conduce por medio de cálculos establecidos, á la proporcion de azufre que representa el *ácido sulfídrico* ó los *sulfuros*. Así es que tendremos los resultados arriba indicados en los tres ejemplos anteriores: n.° 1=30°; n.° 2= 79°,5; n.° 3=49°,5.

Por el conjunto de los resultados obtenidos por el método analítico que acabamos de describir, podremos convencernos de que no puede dar un conocimiento completo de la naturaleza de las aguas minerales: en efecto representadas de esta manera, la mayor parte no parece que difieren entre sí mas que por la proporcion relativa de sus elementos, mientras que todavia pueden ser muy desemejantes segun el modo con que estén agrupados estos. Verdad es que la teoría y algunas consideraciones particulares conducen con frecuencia á efectuar estos grupos racionalmente, pero como tambien segun cierto modo de ver pueden agruparse diferentemente entre si, su composicion definitiva ofrecerá tal vez en este caso variaciones mas ó menos marcadas.

Vamos ahora á tratar de resolver de otro modo el problema de la análisis de las agnas minerales, proponiendo medios de llegar en lo posible á la apreciacion directa de su estado primitivo al salir del terreno.

De la análisis definitiva para apreciar la composicion química primitiva de las aguas minerales.

No trataremos de disimular, segun todo lo que hemos referido sobre las dudas que pueden presentar los medios directos de análisis seguidos generalmente, que debemos tener mucha reserva en los métodos que vamos á proponer: empero, fundándonos en algunas esperiencias que hemos hecho con muchas mezclas artificiales conocidas, y teniendo presente la utilidad de indicar á los médicos hasta donde sea posible, la composicion real y primitiva de las aguas tomadas en el mismo punto de donde brotan, creemos conveniente llegar á esta última apreciacion por el exámen químico. Para ello se comprende que debemos emplear necesariamente diversos métodos, antiguos ó nuevos, directos ó indirectos, y unas veces el peso y otras los líquidos *graduados* sin adoptar ninguna marcha esclusiva. Para conseguir el objeto deseado tomaremos datos en todo ó en parte, de cuantos químicos han escrito sobre la análisis ó han publicado estudios químicos hidrológicos aplicando los procedimientos tales como los han dado, ó alterándolos ligeramente segun las necesidades. Entre las causas de incertidumbre que pueden ocurrir en las aguas minerales hemos citado principalmente las que resultan de las variaciones que esperimentan ciertos principios durante la concentracion, ya sea que cambien enteramente de naturaleza, ó solo que se modifiquen en sus reacciones recíprocas. Como la concentracion de las aguas minerales conduce con mucha frecuencia á estas reacciones, es útil evitarla en lo posible en el género de análisis que nos ocupa.

Por este motivo trataremos aquí de separar en muchas séries distintas los diversos principios reconocidos préviamente por medio de ensayos cualitativos, cuando durante la evaporacion pueden obrar unos sobre otros para dar orígen á nuevos compuestos que no existian anteriormente. Así, repetiremos, que si una agua contiene, por ejemplo, *bicarbonatos de cal* ó de *sosa* al lado de otras *sales calizas*, *cloruros de calcio* y de *magnesio*, *sulfatos de cal*

y de magnesia, se verá que por la accion del calor el bicarbonato de cal soluble pasa al estado de simple carbonato insoluble: el de sosa al volverse tambien carbonato ó sesquicarbonato, descompondrá las sales de cal y de magnesia disueltas, y dará origen á otras insolubles *calizas y magnesianas carbonatadas*. Muchas combinaciones análogas pueden producirse con diversas sales, y algunas se forman tambien por solo el hecho de la concentracion, segun sus grados de solubilidad ó su mayor tendencia á cristalizar de tal ó cual modo. Resulta, pues, que á fin de evitar estos cambios, nos dedicaremos á verificar directamente la *separacion* de estas sales, como vamos á decir en seguida.

Añadiremos tambien, como ha podido observarse en el párrafo anterior, que todas las especies de aguas minerales presentan cierto conjunto de *sustancias salinas* que se hallan asociadas casi en todas, y que no se diferencian como especies mas que por la presencia de algunos principios particulares *(hierro, azufre, bicarbonatos, etc.)*; se pueden, pues, considerar todas las aguas minerales como *aguas salinas* reunidas á aguas puramente cargadas de principios particulares, tales como: *silicatos alcalinos, bicarbonatos alcalinos* y *térreos* y *ácido carbónico, diversas sales ferruginosas* y *magnesianas*, y por último, *productos sulfurados con ácido sulfídrico ó sin él*.

Por consiguiente en toda análisis de agua mineral, como veremos mas adelante en este mismo capítulo, será preciso acudir para cada exámen químico de una agua cualquiera á los medios que sirven para la determinacion especial de los principios que caracterizan á las *aguas salinas* propiamente dichas, tales como los *cloruros, sulfatos, fosfatos, etc., alcalinos* y *térreos*.

Tambien al tratar de cada especie, nos abstendremos de insistir sobre esto, ciñendonos solo á apreciar la proporcion de los elementos que caracterizan *especialmente* á tales ó cuales aguas, remitiendonos respecto de los demas á lo que corresponde particularmente á las aguas *salinas*.

En resúmen consideraremos las aguas minerales del modo siguiente:

1.° Aguas minerales salinas propiamente dichas (aguas salinas).

2.° Aguas minerales salinas, y además aguas cargadas de silicatos alcalinos (aguas alcalinas silicatadas).

3.° Aguas minerales salinas, y ademas aguas cargadas de ácido carbónico y de bicarbonatos alcalinos ó térreos (aguas acídulas bicarbonatadas).

4.° Aguas minerales salinas, y ademas aguas ferruginosas y manganesianas (aguas ferruginosas y ferro-manganesianas).

5.° Por último, aguas minerales salinas, y ademas aguas mineralizadas por el ácido sulfídrico y sulfuros alcalinos ó térreos (aguas sulfurosas).

Ocupémonos ahora en la análisis definitiva de las aguas minerales y estudiémoslas por órden, segun su clasificacion en diversas especies.

Aguas minerales salinas.

Aunque todas las aguas minerales, segun acabamos de decir, puedan considerarse como aguas salinas, no se comprenden realmente en hidrologia bajo este nombre mas que las aguas cuya reaccion es neutra, si no de un modo absoluto, al menos relativamente. Estas aguas están generalmente cargadas de muchas sales que con frecuencia varían bastante: entre estas sustancias dominan particularmente algunas, así se ven sobre todo sulfatos y cloruros alcalinos y térreos. Dividiremos, pues, las aguas salinas en dos órdenes, las aguas sulfatadas y las aguas cloruradas, y despues, como anejas de ellas, las yoduradas, bromuradas y yodo-bromuradas.

Aguas salinas sulfatadas.

Bajo esta denominacion se comprenden las aguas en que dominan los sulfatos sobre las demas sales, por ejemplo, cloruros, azoatos, carbonatos. Hay muchas aguas minerales que pertenecen á este grupo, y podemos citar principalmente, tanto en Francia como en el estranjero, las aguas de Contrexeville, de Vittel, de Sermaise, de Aulus, de Eucausse, de Capvern, de Siradan, del llano de Phlazi ó monasterio de Brianzon: las de Neris, de Bagneres de Bigorre, de Pullna, de Sedlitz, Propiac, Bio, etc.: de Epsom, de Montmirail (Vaucluse), cuya base forman los sulfatos de sosa, de cal y de magnesia.

Contienen tambien bicarbonatos de cal, de magnesia y de sosa, sílice ó silicatos, fosfatos, cloruros y azoatos; pero sus proporciones son muy inferiores á las sales indicadas. Para analizar las aguas de esta clase, y sobre todo para apreciar en qué estado existen los elementos mineralizadores, vamos á proponer como medios los que describiremos en seguida.

Despues de haber hecho los ensayos cualitativos como en todas circunstancias y de haber apreciado igualmente el peso del residuo fijo que produce el agua examinada, se comprueba con mucha exactitud y aisladamente la proporcion de cada uno de los elementos ácidos y básicos, etc., conforme á lo que se ha descrito en el § 6 de este capítulo, y hecho esto se procede al método analítico que va á ocuparnos ahora.

Supongamos como ejemplo las tres aguas minerales siguientes números 1, 2 y 3.

	1. Sulfatada sódica.	2. Sulfatada cálcica.	3. Sulfatada magnesiana
Sulfato (1) de sosa. . . .	1,400	0,500	4,000
Sulfato de cal.	0,450	1,550	0,950
Sulfato de magnesia. . .	0,750	0,400	10,000
Sulfato de potasa . . .	0,030		
Bicarbonato de cal. . . .	0,050	0,080	0,500
Fosfato de cal.	0,010		0,040
Cloruro de sodio.	0,250	0,860	2,500
Cloruro de magnesio. . .	0,140	0,400	0,500
Cloruro de calcio.	0,100		
Azoato de potasa.	0,030	0,050	
Acido silícico	0,050	0,050	0,050
Sesquióxido de hierro . .	0,002	0,002	0,003
Acido carbónico.	indeterm.	indeterm.	indeterm.
Principios sólidos	3,242	3,892	18,553

En estos tres casos se opera del modo siguiente:

Se mezclan 1,000 gr. de agua mineral ó una cantidad conocida con un peso determinado de magnesia pura (3 gr.) y recien calcinada. Esta adicion tiene por objeto saturar el ácido carbónico escedente y el que constituye el bicarbonato de cal, porque este óxido, saturando el esceso de ácido, dá lugar á carbonato calizo, que es, por decirlo así, insoluble y deja precipitar tambien el fosfato cálcico con la sílice y el óxido de hierro. Verificada esta separacion se obtiene un precipitado blanco A, que debe analizarse aparte: Como la magnesia apenas es soluble en agua, no queda mas que muy poca en la parte soluble clara B.

(1) Estas sales lo mismo que todas las que se refieren á las análisis, se cuentan como si estuviesen en *estado anhidro*, pero en disolucion pueden mirarse como *cristalizadas* con su agua.

Se recoje, pues, el precipitado A, y se aprecia su peso exacto despues de haberle secado convenientemente.

Es preciso entonces tratarle en caliente y saturarle con ácido clorídrico diluido, añadiéndole despues alcool de 25° y filtrándolo. El líquido claro evaporado contiene cloruros de calcio, de magnesio y aun de hierro (si hay algunos vestigios de este metal): se calcina entonces muy fuertemente y por largo tiempo en un crisol de platino, se pesa y se vuelve á tratar con agua pura. Queda la magnesia y el óxido de hierro sesquioxidado.

1.° Este último óxido metálico va acompañado de la magnesia que se añade de intento al fin de la operacion. (3 gr.)

2.° El líquido contiene cloruro de calcio, cuyo peso cuando se ha fundido conduce al del carbonato cálcico (1): debemos tener aquí: cloruro cálcico 0,035 que representa bicarbonato gr. 0,05, y respecto de los tres ejemplos:

	1.	2.	3.
Cloruro cálcico.	0.035	0,056	0,350
De donde: Bicarbonato de cal. . . .	0,050	0,080	0,500

La parte que queda insoluble en el tratamiento anterior debe calcinarse, pesarse, y despues ponerse en contacto con agua acidulada clorídrica, que disuelve el fosfato calizo 0,01 y deja intacta la sílice 0,05.

Todos los pesos deben hacerse con balanzas muy exactas.

La parte clara B se reduce por la accion del calor á la mitad de su peso, y se mezcla entonces con los 3|4 de su volúmen de alcool de 35°, se agita vivamente y se deja en reposo. Los sulfatos de sosa, de cal y de magnesia no tardan en precipitarse en cristalitos delgados que en su mayor parte se adhieren á las paredes de la vasija.

Filtrada la porcion alcoólica K, se aparta para tratarla posteriormente.

Se disuelven en agua destilada caliente los cristales recien separados, y se añade al producto el agua que ha servido para lavar el filtro en que se ha puesto dicho licor alcoólico.

Se trata ahora de aislar ó de apreciar los sulfatos recojidos: para ello se añade con precaucion una solucion de cloruro de bario acidulada un poco con ácido sulfúrico, cesando de añadirla cuando no se forma mas depósito: se produce un precipitado de sulfato de barita, que se recoje despues de lavado, y del peso obtenido cuando se ha calcinado (su ligera solubilidad solo da lugar á un error muy insignificante) se deduce el ácido sulfúrico de los sulfatos aislados.

Respecto del núm. 1 será igual á	4,514	de donde el ácido sulfúrico total		1,5618
Del núm. 2	— 3 970		—	1,357
Del núm. 3	— 27,380		—	9,412

Se ensayará la porcion líquida en que se forma el precipitado barítico. Si en ella se encontrase un pequeño esceso de barita, se separará por medio del ácido sulfúrico puro diluido, añadiéndole gota á gota, y se mezclará en seguida en esceso sensible carbonato de amoniaco hecho amoniacal, que dará lugar á un depósito blanco de carbonato calizo y magnesiano. Estos carbonatos transformados en cloruro y despues calcinados fuertemente (V. arriba) producirán lo siguiente:

	1.	2.	3.
Cloruro cálcico respecto de la cal	0,186	0,638	0,392
Magnesia.	0,255	0,136	3,400

(1) Este modo de separacion se ha comprobado muchas veces, tomando una mezcla de 1 gr. de magnesia calcinada y 3 de carbonato de cal muy seco. Tratados con el ácido clorídrico puro en solucion completa, evaporados despues y muy fuertemente calcinados hemos obtenido á saber: magnesia 0 gr. 970; cloruro cálcico 3 gr., y 310 para 3 gr. de carbonato.

El líquido evaporado hasta sequedad, y despues calcinado fuertemente con objeto de desalojar el esceso de carbonato de amoniaco, dejará una mezcla de cloruros de sodio y de potasio en el primer caso, ó de cloruro de sodio solamente en los otros dos.

Del peso del cloruro de sodio se deducirá el de la sosa, ó sea:

Sosa respecto del núm. 2 0,318
Sosa respecto del núm. 3 1,746

En cuanto al núm. 1, será necesario apreciar separadamente la potasa y la sosa. Con este objeto se han propuesto muchos procedimientos directos é indirectos. Citaremos primero el siguiente, hablando de los demas en un apéndice, á fin de no embarazar la marcha de los detalles analíticos que nos ocupa. Este procedimiento consiste en tomar el peso total de los dos cloruros bien secos, disolverlos despues en un poco de agua y añadir cloruro de platino hasta que cese de formar precipitado, recojiendo con cuidado el producto amarillo granujiento, que lavado con alcool etéreo, seco y pesado, dá:

El cloroplatino de potasa del que se deduce la potasa, 100 de esta sal= potasa 19,07. En seguida del peso del cloruro de potasio que representa llegaremos al del cloruro sódico, 1,153 y de este al de la sosa.

Tendremos, pues, respecto del núm. 1:

Sosa. . . . . 0,611 para sulfato. 0,400
Potasa. . . . . 0,016 para sulfato. 0,030

Conocida la proporcion total del ácido sulfúrico por medio del sulfato de barita obtenido anteriormente, es decir:

	1.	2.	3.
Acido sulfúrico	1,5618	1,357	9,412
Cal.	0,1860	0,638	0,492
Magnesia.	0,2550	0,136	3,400
Sosa	0,6110	0,318	1,746
Potasa	0,0160		

Fácilmente se establece por el cálculo la proporcion de los sulfatos: tendremos pues:

	1.	2.	3.
Sulfato de cal.	0,450	1,550	0,950
Sulfato de magnesia. . . .	0,750	0,400	10,000
Sulfato de sosa.	1,400	0,500	4,000
Sulfato de potasa. , . . .	0,030	»	»

Hecha esta primera apreciacion, nos falta ocuparnos de las sales, cloruros y azoatos, que quedan disueltas en el líquido alcoólico K.

Se empieza por evaporar hasta sequedad, despues se redisuelve en agua destilada: se añade entonces á la solucion gota á gota y al momento sulfato de plata en líquido diluido, con lo que se forma en seguida un precipitado blanco requesonado de *cloruro de plata* que se lava con agua acidulada azoótica y despues con agua pura; se recoje, se seca fuertemente y se pesa, su peso conduce al del *cloro total* de los cloruros buscados. Será por lo tanto

	1	2	3
Cloruro de plata.	1,290	3,311	7,630
De donde, Cloro:	0,3199	0,819	1,889

Ahora se averiguará la naturaleza de estos cloruros y para ello despues de haber quitado los vestigios que podrian quedar de sulfato de plata, por medio de una corriente de ácido sulfídrico ó de gotas de ácido clorídrico diluido en agua, no habrá mas que concentrar el líquido á 1|2 volúmen y mezclarle con 3|4 de alcool rectificado.

Se precipitarán como anteriormente los sulfatos producidos para recojerlos despues de la filtracion (licor P) en cristales ó masas granujientas y hacer la separacion de las bases por medio del carbonato de amoniaco básico como acabamos de describir antes (V. pág. 256) tendremos las dos bases segun los principios y métodos citados, despues de haber evaporado el líquido y calcinado muy fuertemente el resíduo; cuyas bases se reducirán por medio del cálculo al estado metálico.

	1	2	3
Sodio..	0,098	0,339	0,980
Magnesio.	0,036	0,102	0,127
Calcio.	0,036		
Que dan:			
Cal.	0,050	»	»
Magnesia.	0,059	0,167	0,194
Sulfato de sosa. . .	0,231	0,790	2,310
Todo lo cual conducirá á que tengamos definitivamente:			
Cloruro de sodio. . .	0,250	0,860	2 500
— de calcio.. .	0,100	»	»
— de magnesio.	0,140	0,400	0,500

Por último, la porcion alcoólica P deberá contener *azoato de potasa*; no habrá mas que evaporarlo con cuidado hasta sequedad y pesarlo habiéndose cerciorado de la naturaleza de la sal. Hé aquí pues reconocida por este método de análisis fundado en el peso, la composicion de los tres ejemplos.

Aguas salinas cloruradas.

Llegamos á otra especie de aguas salinas que son las llamadas *cloruradas*, es decir aquellas en que el cloruro de sodio es el elemento capital. Este grupo comprende una multitud de aguas minerales ó que deben considerarse como tales: las aguas de los mares (Occeano, Mediterráneo, mar Baltico, mar Muerto, mar Negro, Caspio etc.); los lagos salados, manantiales y fuentes saladas tan comunes en Alemania, en Hungría y en una parte de la Francia aun en la misma Inglaterra y en Suiza. Tales son las fuentes de *Nauheim*, *Bex*, *Hombourg*, *Salzungen*, *Keesen*, *Ischl*, *Wisbaden*, *Kreusnach*, *Lavey*, *Asthby*, *Cheltenham*, *Salies*, *Dieuze*, *Salins*, *Moyenvic* etc. y despues otras menos ricas tambien en Francia, pero siempre cloruradas, por ejemplo la de *Digue*, de *Bourbonne les Bains*, de *Bourbon l' Archambault*, de *Balaruc*, de *Lamothe-les Bains*, *Niederbronn*, etc.

En todas estas aguas el cloruro de sodio domina como elemento mineralizador respecto de los demás principios y contribuye á darles las propiedades especiales que les corresponden. Su proporcion puede variar hasta tal punto que cuando ciertas aguas saladas contienen hasta 20 ó 25 por 100 de cloruro sodico, otras no dan mas que 5,6—4,8—2,8—2,5 y muchas menos 1,2 como se reconoce en las aguas de *Salies-en-Bearn*, del *mar Muerto*, de las *fuentes de Nauheim*, *Lavey*, del *agua del Occeano*, del *Mediterráneo* y además algunas *fuentes saladas* del *Este de la Francia* etc.

La presencia del cloruro de sodio en las aguas, sobre todo cuando está en proporcion bastante notable, les comunica un *sabor salado* mas ó menos intenso ó únicamente *salobre* y como con frecuencia se encuentran tambien sales de otra naturaleza, por ejemplo sulfatos, las aguas son algunas veces *amargas* al mismo tiempo. En contacto con la piel producen una *sensacion como oleosa* y *grasa*: por último, muchas fuentes y manantiales salados desprenden un olor *aromático de petroleo* y algunas veces *bromado*. Las aguas cloruradas contienen siempre mas ó menos sulfatos asociados, y aun carbonatos y fosfatos térreos etc., además de materias orgánicas que con mucha

frecuencia concurren posteriormente á hacerlas sulfurosas por la reduccion de ciertos sulfatos. Hay muchas tambien como las de *Uriage* y de *Greouls* por ejemplo que se colocan entre las *aguas sulfuradas propiamente dichas*. Por último las *aguas saladas* son algunas veces termales en grados muy diversos y otras tambien mas ó menos gaseosas por el ácido carbónico.

Añadiremos que en razon de la presencia de gran número de elementos mineralizadores que existen en estas aguas, sucede cuando se las ha esplotado para sacar de ellas el cloruro de sodio bajo el punto de vista industrial y por variados procedimientos estraños á nuestro objeto, que quedan algunos líquidos, llamados *aguas madres de las salinas* de los que se hace un uso ventajoso en medicina como las aguas saladas vírgenes; mas adelante diremos algunas palabras sobre esto.

Las fuentes saladas ó las aguas *salinas cloruradas*, se emplean para la estraccion de la sal y para las necesidades de la terapéutica; por lo cual con frecuencia interesa mucho conocer su composicion química á fin de saber á la vez el grado de salazon y la naturaleza de las sustancias que contienen. A estas determinaciones se llega siempre por medio de la análisis que no ofrecerá aquí mayores dificultades que respecto de las aguas *sulfatadas* porque no tenemos mas que repetir lo que hemos indicado acerca de ellas.

Tomando pues por ejemplo una agua clorurada, cuyo conjunto sea el siguiente á saber, en 1000 gramos.

Cloruro de sodio.	22,05
—de magnesio.	3,00
—de calcio.	1,00
Sulfato de magnesia.	2,50
—de cal.	1,00
Bicarbonato de cal.	0,20
Sílice.	0,03
Fosfato térreo.	0,02
Total.	29,80
Agua.	971,20
	1000,00

1.° Se separarán algunas sales calizas que pueden quedar insolubles agitando el líquido con magnesia pura calcinada, añadiéndola en peso determinado, despues analizando el depósito producido, aislándole ó apreciándole (V. pág. 256).

El carbonato de cal ó bicarbonato.	0,20
El fosfato de cal.	0,02
La sílice (1).	0,03

2.° Se concentrará en seguida el líquido la mitad de su volúmen, mezclándole con cerca de $\frac{3}{4}$ de alcool, con objeto de precipitar así los *sulfatos*, de los que se determinará la proporcion segun hemos dicho (pág. 256) dosificando por una parte el *ácido sulfúrico en sulfato de barita* y por otra las *bases*, para formar carbonatos y despues *cloruros*, por los métodos dichos, á saber:

(1) Se encuentra con frecuencia silice en casi todos los productos durante la operacion; pero su cantidad es tan pequeña que no tiene importancia en este género de investigaciones.

Magnesia. 0,850
Cloruro cálcico, 0,816 para la cal. 0,412
Sulfato de barita 6,50 para el ácido sulfúrico. . 2,238

lo que da:

Sulfato de cal. 1,00
Sulfato de magnesia. 2,50

3.° Los *cloruros* se valuarán en último lugar en el residuo de la evaporacion alcoólica tratado otra vez con agua destilada, por medio del sulfato de plata en solucion: lo que producirá: cloruro de plata 65,75; de donde *cloro* total 16 25 y las tres bases por el mismo método descrito (página 256) es decir, añadiendo un esceso de carbonato de amoniaco muy amoniacal, recojiendo los carbonatos térreos para convertirlos en seguida en *magnesia* y en *cloruro de calcio*, de los que se sacan el *calcio* y el *magnesio*; filtrándolo, evaporándolo y calcinándolo fuertemente, operacion que da *sulfato de sosa* 20,43 que representa á su vez *sodio* 8,67. Tendremos así:

Cloruro de plata. . 65,75		Cloro total. . . .	16,259
Cloruro de calcio. 1,00	para. .	Calcio.	0,360
Magnesia. . . . 1,26		Magnesio.	0,760
Sulfato de sosa. . 20,43		Sodio.	8,67

Deduciremos entonces de estos resultados:

Cloruro de sodio. 22,05
—de calcio. 1,00
—de magnesio. 3,00

La *magnesia* y la *sosa* en este tercer caso se reducen por el cálculo al estado metálico para entrar bajo esta forma en las combinaciones cloruradas.

Cuando una agua contiene cloruro de magnesio, es imposible determinar exactamente por la evaporacion la suma de los materiales fijos. En efecto, este cloruro se descompone como hemos dicho ya, dando magnesia y cloro ó ácido clorídrico que se desprende, hay pues aquí alguna pérdida. Para remediarlo M. Tillmann (1), añade al agua una cantidad conocida de sulfato neutro de potasa y descompone así la sal magnesiana dando ClK + SO^3MgO. El sulfato de magnesia forma con el esceso de sulfato potásico una sal doble, fusible é indescomponible por el calor rojo.

Aguas salinas bromuradas, yoduradas y bromoyoduradas.

Las aguas cloruradas están frecuentemente acompañadas de *bromuros* y algunas veces de *yoduros* en proporciones, que aunque muy pequeñas, pueden comunicar á los líquidos propiedades especiales. Es pues natural formar en este caso grupos distintos de aguas *bromuradas, yoduradas y bromoyoduradas.*

Debemos añadir que el bromo y el yodo van casi siempre unidos: sin embargo algunas veces uno ú otro no existen mas que en proporcion relativa tan pequeña que se los puede considerar como nulos. Además creemos deber decir tambien que segun las escelentes investigaciones de Monsieur Chatin, de las que hemos hablado ya en el primer capítulo de esta obra, el yodo parece ser, lo mismo que el oxígeno, el azoe y el hidrógeno uno de los principios mas comunes en la naturaleza: segun este químico se encuentra en cierto modo normalmente en todas partes, aunque en cantidades infinitesimales y constituyendo lo que llamaríamos *yodo normal*: rara

vez falta y por el contrario cuando se presenta en ciertas proporciones notables, puede tener sobre la economía una accion médica marcada mas ó menos ventajosa. En esta última condicion es cuando debe considerársele como formando parte con el *bromo*, de las *aguas minerales yoduradas y bromuradas*, porque es sabido que las aguas de los rios y de las fuentes con pocas escepciones presentan millonésimas de estos cuerpos: por consiguiente solo en los límites de proporciones razonables es cuando puede considerarse el *yodo* como susceptible de ser un agente médico: en otro caso no intervendrá mas que como una condicion esencial para la vida animal. Establecido esto, nos fijaremos en dos grupos de esta clase de agua.

Como acabamos de decir, en las aguas cloruradas es en las que casi siempre existen los bromuros y los yoduros: estas sales van acompañadas de otras muchas, *sulfatos*, *carbonatos*, *silicatos*, etc.

No insistiremos aquí sobre los medios de apreciarlas, pues que de ellos se ha tratado al hablar de las aguas *sulfatadas* y *cloruradas*, limitándonos á demostrar la presencia y á determinar la proporcion del *yodo* y del *bromo* presentando los principales procedimientos que con este objeto se proponen.

Aguas salinas bromuradas.

Estas aguas no presentan en sus caracteres físicos rasgos que sirvan para reconocerlas con facilidad por medio de los sentidos: no obstante, algunas veces cuando los bromuros son algo predominantes, el agua tiene cierto aroma: pero como medio de distinguirlas no hay mas que la accion del cloro y del eter sulfúrico. Así si se concentra convenientemente el agua sospechosa y se hace pasar algunas burbujas de cloro, el líquido tiñe de amarillo al almidon y si se agita entonces con eter sulfúrico, adquiere bien pronto este vehículo un tinte amarillo ó naranjado que persiste por cierto tiempo.

El bromuro puede existir en estado de sal *sódica*, *potásica*, *cálcica* ó *magnésica*.

En los dos primeros casos, en estado de *bromuro de sodio* ó de *potasio*, se mantiene bastante bien espuesto al calor: en los otros dos, sobre todo en el último, pierden el bromo progresivamente en parte ó en totalidad. Puede determinarse la naturaleza y proporcion de los bromuros en una agua mineral por el método que sigue.

Se evapora convenientemente un peso conocido y *siempre bastante considerable de agua* concentrándole hasta reducirlo á la quinta parte de su volúmen, se mezcla entonces con la mitad de este volúmen de alcool rectificado y se obtiene un líquido en que existen sobre todo los bromuros al lado de los cloruros y algunas otras sales; se reparte despues el líquido en dos porciones iguales A' y B'.

Despues de haberlo evaporado casi hasta la sequedad para desalojar el alcool, se diluye en un poco de agua en una probeta cerrada, muy larga y que tenga una llave en su parte inferior, se echa una capa de eter sulfúrico, despues se hace llegar al fondo de la probeta por un tubito una corriente de cloro puro, en seguida se tapa la probeta y se agita vivamente El eter sulfúrico no tarda en tomar un tinte *amarillo ó naranjado*, tanto mas intenso cuanta mayor sea la proporcion de bromo: se deja en reposo y entonces por medio de la llave inferior se saca el líquido clorado: se lava una ó dos veces con agua pura en la probeta la parte etérea y cuando se ha sacado á su vez el agua de locion, no hay mas que agitar otra vez el eter bromado con una solucion lijera y diluida de potasa pura. Evaporado este licor alcalino y calcinado, se descompone con un esceso de azoato ácido de plata que produce un *bromuro* cuyo peso seco despues de la conveniente purificacion, conduce

al del bromo buscado: supongámosle aquí para 1000 gr. del agua primitiva igual á *bromuro de plata* 2,5: tendremos 1 gr. 664 de bromo.

La segunda porcion alcoólica B' se destina para investigar la naturaleza de la base de la sal anterior.

Supongamos que por los ensayos cualitativos preliminares no se haya reconocido en el producto otra base mas que la *sosa*: no habrá entonces ninguna dificultad para establecer la naturaleza y la proporcion del *bromuro* puesto que se conoce la cantidad de *bromo* existente. Así tendremos que el ensayo anterior nos habrá dado:

Bromuro de plata 25. { de donde, bromo. 1,664 / y sodio . . . . 0,477 } bromuro de sodio. 2,141.

Pero si los ensayos han demostrado al mismo tiempo la existencia de la *cal* y la *magnesia*, la análisis tendrá que investigar si todas estas bases están repartidas entre el *cloro* y el *bromo* en estado de sales haloideas ó solamente en uno ó en el otro.

Hé aquí lo que proponemos admitiendo como punto de partida que por esperiencias aisladas se hayan determinado préviamente con exactitud las proporciones de *cloro* y de *bromo*, por medio de las sales de plata y de las separaciones necesarias. Supongamos en el ensayo actual:

Cloro. 1,75
Bromo. 1,60

Se concentrará el líquido alcoólico B' antes dicho y se le añadirá en esceso carbonato de amoniaco amoniacal: se formará en la suposicion anterior un precipitado de *carbonatos de cal* y de *magnesia* cuya separacion y valuacion se hará por los métodos ya descritos. Admitamos que hayan dado:

Cloruro cálcico. . . 0,77 ó calcio. . . . 0,28
Magnesia pura. . . 0,066 ó magnesio. . 0,04

El líquido filtrado despues de esta operacion contendrá las sales amoniacales formadas y el esceso de carbonato amoniacal así como los compuestos de base de sosa que podrian quedar: se introducirá todo en una retortita y se destilará con cuidado hasta sequedad á fin de obtener como productos volátiles todos estos compuestos amoniacales; el resíduo representará, ya el *cloruro de sodio* solo, ya su mezcla con el *bromuro del mismo metal*.

Podremos juzgar por otra parte si hay en el producto volatilizado una mezcla de *bromuro* y de *cloruro* por el procedimiento que describiremos despues.

Admitamos pues todas estas suposiciones: se apreciarán primero aisladamente el *cloro* y el *bromo que quedan en la retorta* empleando la sal de plata, el cloro y el eter sulfúrico (V. arriba) y despues el producto que ha pasado al estado volátil de *sal amoniacal* y tendremos:

Producto fijo. { Bromo. . 0,50 / Cloro.. . 1,25 } por { Bromuro de sodio. . 0,642 / Cloruro de sodio.. . 2,060

Producto volátil. { Bromo. . 0,25 / Cloro.. . 0,50 } por { Bromuro. { de calcio y / magnesio. } 0,78 / Cloruro.. { magnesio. } 0,29

pues que estos últimos no pueden haber dado lugar á doble descomposicion mas que de las sales amoniacales que se hayan hecho volátiles.

Hemos tomado aquí como ejemplo un caso bastante complicado; pero no sucede siempre así, y por otra parte la naturaleza del *compuesto bromado*, bajo el punto de vista médico (*cálcico* ó *magnésico*, *sódico* ó *potásico*), no debe ofrecer muchas diferencias.

Estas suposiciones y estos ensayos deben reproducirse respecto de los *yoduros*, aplicando para las separaciones del *yodo* y del *cloro* lo que antes hemos mencionado (V. *Aguas yoduradas*), y mas adelante diremos:

Producto fijo. . .	Yodo.	0,40	por	Yoduro.	0,472	de sodio.
	Cloro.	0,75		Cloruro.	1,230	
Producto volátil.	Yodo.	0,25	por	Yoduro.	0,290	de calcio y de magnesio.
	Cloro.	0,10		Cloruro.	0,164	

APÉNDICE.—*De los bromuros y de su investigacion en las aguas salinas cloro-bromuradas.*

La presencia del *bromo* en proporcion algo notable puede tener cierto interés para la terapéutica, asi la determinacion exacta de las cantidades de este principio contenido en estado salino en las aguas minerales, ha venido á ser importante en el dia.

Se han indicado muchos métodos para descubrir primero esta sustancia, y ya hemos enumerado varios al hablar de la análisis cualitativa; tambien se han dado muchos para apreciar mas ó menos rigurosamente las proporciones.

Diremos primero que se ha usado el *sulfuro de carbono* y el *cloroformo* (Grange) (1), que toman con el bromo un color *rojo naranjado* cuando se hace una mezcla de ácido sulfúrico y ácido azoótico, y se añaden estos reactivos. El menstruo tratado aparte con el azoato de plata produce *bromuro argéntico*, que se lava, seca y pesa.

Se ha propuesto tambien apreciar la proporcion del bromo, atendiendo á la intensidad relativa de las tintas amarillas obtenidas por medio de afusiones bien conducidas de cloro, tomando como término medio de comparacion un tipo conocido (Figuier) (2). Despues (3) habiendo reconocido Fehling que los bromuros acumulados en ciertas porciones de líquido se precipitan con el azoato de plata antes de los cloruros que se hallan en él, añade esta sal con precaucion, á fin de tener primero el bromuro, cuyo peso conduce á conocer el del bromo buscado. Heine (4) ha aconsejado tambien el uso de las tintas producidas por el cloro en cantidad moderada. Todos estos métodos nos parece que dejan algo que desear, y creemos que es mucho mas preferible recurrir al cloro y al éter sulfúrico, ya haciéndolos obrar directamente sobre el agua intacta ó concentrada, ya empleándolos para descomponer la mezcla de *cloruro* y de *bromuro argéntico*.

Podrá tambien reducirse esta mezcla con el cinc ó el ácido sulfúrico puros, filtrar el líquido, concentrarle y hacer pasar por él cloro, despues de haberle añadido éter sulfúrico.

En todos estos métodos en que nos detendremos un poco, el éter sulfúrico es el que sirve para aislar el *bromo* de los cloruros coexistentes, despues de sustraer este principio de sus combinaciones por la accion del cloro sobre las mismas. Hemos dicho antes (pág. 262) los medios que pueden conducir á determinar las bases con que se hallan combinados los bromuros.

Sea, pues, 1.° el éter bromado obtenido de una cantidad determinada de agua ó de un producto procedente de ella: se puede tambien como aconseja Berzelius, agitarle por algun tiempo con agua de barita en lijero esceso, recoger el líquido, evaporarle hasta sequedad, y tratarle con alcool de 40° (90 cent.) hirviendo. Este vehículo filtrado deja despues de su evaporacion definitiva *bromuro de bario*, cuyo peso seco produce el del *bromo*.

100 de esta sal=bromo 67,2.

(1) *Journal de pharm. et de chim.* 3.ª serie, 1851, t. XIX, p. 425.
(2) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1851, t. XIX, p. 142. *Annales de chimie et de physique*, 3.ª serie, 1851, t. XXXIII, p. 503.
(3) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1849, t. XV, p. 389, t. XVI, p. 212. *Journ. für prakt chemie*, t. XLV, p. 269.
(4) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1849, t. XV, p. 389 y t. XVI, p. 212.

2.° Igualmente se puede agitar el licor etéreo con una solucion de potasa pura, evaporarle hasta sequedad, calcinarle al aire para carbonatar el esceso de potasa, y disolverle en alcool de 30° (79 cents.): el *bromuro* queda como producto definitivo.

100 de este bromuro=bromo 67-16

3.° Por último, se reemplazarán, como hemos dicho antes, estas soluciones con la de *azoato de plata* acidulada, y se recojerá el depósito amarillento insoluble para secarle convenientemente y pesarle en seguida.

100 del bromuro de plata=bromo 42,58.

Bien se comprende que el precipitado no debe secarse sino despues de lavarle perfectamente en agua. Además, es necesario agitar por bastante tiempo el éter bromado con la sal de plata, para que la combinacion se efectúe, á menos que antes de esta reaccion le hayamos mezclado con una pequeña cantidad de potasa pura.

Aguas salinas yoduradas.

El *yodo* se encuentra en el dia casi en todas partes, como hemos dicho anteriormente; pero aunque su existencia parece desempeñar un papel importante en la naturaleza, no puede tenerla realmente como *elemento médico* en las aguas, mas que cuando este principio se halle en la proporcion al menos de 0,001 á 0,002 miligramos.

La presencia del *yodo* no se manifiesta frecuentemente por ciertas reacciones especiales ya indicadas en su mayor parte, sino en los líquidos convenientemente concentrados ó bien en resíduos privados anteriormente de materias orgánicas que paralizan casi siempre sus efectos. Es tambien útil preveer si la concentracion de las aguas, sobre todo en presencia del ácido carbónico en esceso, podria favorecer la descomposicion de ciertos *yoduros de sodio* y de *magnesio*, por ejemplo, dejando volatilizar progresivamente su *yodo* en todo ó en parte. Podemos cerciorarnos fácilmente de este hecho, destilando estas sales con líquidos cargados de ácido carbónico. Cuando preveamos que puede suceder semejante descomposicion, es preciso mezclar primero con el líquido una pequeña cantidad de potasa que se haya reconocido antes como exenta de yodo (la procedente del tártaro llena estas condiciones): uno de nosotros ha sido el primero que ha propuesto esta adicion, cuando tuvo que hacer investigaciones sobre las aguas de Evaux y de Vichy (1).

No se conocen muchas aguas que antes de estar un poco concentradas den directamente las reacciones caracteristicas del *yodo* ó de los *yoduros*. Sin embargo, las de Saxon (en Valais), de Chales (en Saboya), de Montelimart (Drome), presentan este carácter de un modo bastante marcado. Los productos que proceden de la concentracion de las *aguas salinas cloro-yoduradas*, ó los que estas han producido de otro modo, son los que dan un *color azul* mas ó menos manifiesto, algunas veces *violáceo* ó solo *rosado* por su mezcla con una solucion reciente de almidon y de cantidades de cloro ó de *ácido azoótico* mezclado con ácido hipoazótico, añadidos con la mayor precaucion. MM. Bonjean, Barreswil, etc., han insistido especialmente sobre la influencia de este último ácido.

Muchos autores, MM. Rabourdin (2), Grange (3) Moride (4) han pre-

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1848, t. XIII, p. 5.
(2) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1851, t. XIX, p. 13.
(3) *Journal de pharm. et de chim.*, 3.ª serie, 1851, t. XIX, p. 425. *Anales de chimie et de physique*, 3.ª serie, 1848, t. XXIV, p. 464; 1849, t. XXVI, p. 129.
(4) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1854, t. XXV, p. 131. *Journ. de chimie medicale*, 4.ª serie, 1857, t. III, p. 316.

conizado el *cloroformo* y la *bencina* para indicar el *yodo*. Estos agentes toman un color violado con los yoduros y se ha querido tambien por medio de las *tintas obtenidas*, y con ausilio de tipos escogidos como puntos de partida, apreciarlas en proporciones; pero los resultados no deben á nuestro parecer considerarse mas que como aproximaciones.

D. Alvaro Reinoso (1) ha aconsejado añadir *agua oxigenada* á un *yoduro* mezclado con una solucion reciente de almidon; el *color azul* se produce *aun en presencia* de los sulfitos, hiposulfitos ó sulfuros.

M. Besnou (2) hizo ver que calentando mezclas de *yoduros* con ciertas sales de magnesia ó de amoniaco, se desprenden *vapores violados de yodo*.

Destilando un yoduro con una mezcla de ácido sulfúrico y de perósido de manganeso se obtienen, cuando el yoduro está en cantidad algo notable, vapores violados, ó bien recibiendo el producto en alcool, puede tomar color azul con la solucion almidonada.

Steinberg (3) ha propuesto sumerjir en un líquido yodurado un hilo dado con engrudo de almidon haciendole comunicar con una corriente positiva, con lo que no tarda en formarse un *yoduro azul*.

No pasaremos en silencio el procedimiento dado por M. Vulfranc Gerdy (4) y que él ha aplicado para la análisis del agua de Uriage. Este procedimiento consiste en concentrar el agua que se supone yodada hasta $\frac{1}{20}$ de su volúmen, en mezclar el producto enfriado con un poco de almidon, y en echar á lo largo de las paredes del vaso ácido sulfúrico de modo que se forme una capa en el fondo del líquido; dejando entonces caer algunos cristales de *clorato de potasa* se ven bien pronto formarse *estrias azules* abundantes.

Cuando se mezcla *deutosulfato de cobre* con un yoduro soluble y se añade ácido sulfuroso ó protosulfato de hierro, se determina tambien un precipitado pardo canela de *sub-yoduro cobrizo*, segun M. Soubeiran.

Si se concentran los líquidos en que existen los yoduros, como puede suceder que cierta cantidad de estas sales hayan pasado al estado de *yodatos*, he aqui de que modo propone operar M. Thorel (5): se ponen en un baloncito 50 á 60 gr. del líquido sospechoso, despues 6 ú 8 gotas de una mezcla de ácidos azoótico y clorídrico puros; el primero descompone los yoduros, el segundo los yodatos. Encima del balon se pone un papel almidonado. Cuando la materia contiene sustancias orgánicas, puede suceder que no parezca el yodo: en este caso conviene añadir de 10 á 20 centigramos de tartrato de potasa en solucion, calentarlo y echar 8 á 10 gotas de ácido azótico y 4 á 5 de ácido clorídrico, con lo que se efectúa la reaccion.

M. Marchaud, de Fecamp (6) en su notable trabajo sobre las aguas potables del departamento del Sena inferior, ha propuesto tratar el yoduro y el bromuro de plata no con el cinc, sino con el ácido sulfídrico en esceso, filtrar el líquido y añadirle bicarbonato de potasa, evaporándole en seguida hasta sequedad, tratándole con alcool y concentrándole de nuevo: si se vuelve á tratar con agua pura la solucion á que se haya añadido almidon, ácido clorídrico y un poco de clorato de potasa, no tarda en

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1849, t. XV, p. 406 *Annales des mines* 4.ª serie 1851. t. XIX p. 551.—*Annales de chimie et de physique* 3.ª serie 1850 t. XXV. p. 285.
(2) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1851, t. XX, p. 270.
(3) *Bopport annuel de Berzelius sur les progrès de la chimie*. 1841. p. 132. *Journ. fur prackt.* Chem t. XXV p. 587.
(4) *Annales des mines*. 4.ª serie. 1842, t. II. p. 105.—*Comptes rendues de l' Academie des sciences*. 1842 tomo XIV. p. 757.
(5) *Jonrnal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1849. t. XVI. p. 291.
(6) *Memoires de l' Academie imperiale de medecine*. 1855. t. XIX p. 254.

producirse un color *azul* ó *violáceo*: cuando existe bromo se reconoce agitándolo todo con eter sulfúrico que adquiere entonces un tinte *amarillo ó naranjado*.

Con.o medio de valuacion precisa y cuantitativa debemos particularmente citar los siguientes procedimientos, limitándonos á cuatro:

Primer modo.

Por una *sal de paladio*: este metal es uno de los reactivos mas sensibles para descubrir el *yodo*, M. Lassaigne (2) es el primero que le ha descubierto y uno de nosotros ha completado su aplicacion en la análisis del agua sulfurosa yodurada de Challes (en Saboya) (1). Puede servir tambien para la determinacion cuantitativa. En este caso se empieza por reunir el producto de la evaporacion de una gran cantidad de agua mineral, á la que se haya añadido antes de la concentracion cierta dosis de *potasa muy pura*: el residuo se trata con alcool, y al soluto alcoólico reducido casi hasta sequedad á un calor suave y despues calcinado para destruir toda materia orgánica, se añade *azoato de paladio*, mientras se forme un *precipitado negruzco*: se fracciona y se conduce poco á poco la operacion á su fin porque la precipitacion es lenta y no aparece siempre inmediatamente: cuando las proporciones de *yoduro son muy pequeñas*, el líquido toma primero un color agrisado y poco despues se forma el depósito.

Cuando se ha reunido el precipitado de *yoduro paládico*, lo mas dificil es secarle: esta operacion debe hacerse sobre un vidrio de reloj espuesto á un calor suave: se pesa en seguida el residuo obtenido.

100 de yoduro de paladio representan: yodo 71,4

Si hay materias orgánicas al lado de los yoduros, el precipitado que se forma con el reactivo en cuestion es *parduzco* y puede inducir á error si sólo atendieramos á él: asi hemos aconsejado que se trate con amoniaco que disuelve únicamente el *yoduro formado*. Esta solucion amoniacal mezclada con almidon y levemente sobresaturada con un ácido, toma un *hermoso color azul* rápidamente.

El *yoduro paládico* calentado en un tubito deja además aparecer *vapores violáceos*.

Segundo modo.

Por una sal de plata: se reemplaza el *compuesto paládico* con azoato ácido de plata; y se produce en seguida un precipitado amarillento insoluble, que apenas se disuelve con el amoniaco, propiedad que dá un medio de separarle bastante bien del cloruro argéntico. Despues de este tratamiento se seca y se pesa:

100 de yoduro de plata, contienen yodo. . . 54,04.

Tercer modo.

Por el *almidon* y una *sal ácida de plata*: cuando se ha obtenido el líquido *en que están acumulados los yoduros* se le mezcla almidon recien disuelto en el agua, y despues se echa ácido hipoazótico muy diluido, se precipita el yoduro azul que se ha formado, se recoje húmedo despues de estar suficientemente lavado, y se hierve por algun tiempo en azoato muy ácido de plata diluido: la materia que primero es espesa como la jalea, no tarda en dejar

(1) *Journal de chimie medicale* 2.ª serie, 1835, t. I. p. 57.
(2) O. Henry, padre. *Revue des eaux minerales*, t. 1, números de setiembre y octubre, 1842.

separar el *yoduro de plata amarillo* que se forma, mientras que el almidon cambiado en productos solubles queda disuelto en el agua.

Así, cuando tenemos *yodo* en estado de *yoduro de plata* con otras sales, se debe reducir con el cinc y el ácido sulfúrico puro, diluido en agua, filtrarlo y transformar el producto en *yoduro azul de almidon*, que se recoje y se trata como acabamos de decir.

Se pesa entonces el *yoduro de plata* obtenido.

Cuarto modo.

Por el *cianógeno*. Este método está fundado sobre un procedimiento propuesto hace algunos meses por MM. O. Henry hijo y E. Humbert, y que ha merecido la aprobacion de muchos sábios á causa de su precision y de su escesiva sensibilidad: creemos deber referirle aquí detalladamente. En este procedimiento se toma el *compuesto yodado* en estado de yoduro de plata, y sobre él se opera como vamos á decir.

Es preciso precipitar directamente el agua mineral ó el residuo de su evaporacion mas ó menos concentrado con el azoato muy ácido de plata añadido hasta que cese de formarse el precipitado. Despues de 12 á 24 horas de reposo, se recoje con cuidado el precipitado que puede contener cloruro, bromuro y yoduro de plata: cuando se ha secado con exactitud, se mezcla íntimamente con una pequeña cantidad de *cianuro de plata* tambien bien desecado (1), y despues se introduce todo en un tubo recto largo: en una de sus estremidades se fija entre dos taponcitos de algodon ó de amianto: no hay mas que hacer comunicar el tubo por medio de otro de goma elástica volcanizada con un aparato que desprenda cloro que se lava y seca, y despues calentar la mezcla de las sales de plata con una lámpara de alcool.

El cloro desaloja al *yodo*, al *bromo*, y al *cianógeno*, que se combinan en estado naciente, mientras que se forma cloruro de plata: las fórmulas siguientes esplican muy bien la reaccion.

$$I\,Ag + Cy\,Ag + Cl^2 = Cy\,I + 2Ag\,Cl.$$

$$Br\,Ag + Cy\,Ag + Cl^2 = Cy\,Br + 2\,Ag\,Cl.$$

Cuando se trate de una mezcla de yoduro y bromuro, como la de que ahora hablaremos, es fácil comprender que se deberá tener un resultado misto formado de *bromuro* y de *yoduro de cianógeno*.

En la porcion fria del tubo se condensan bien pronto los productos volátiles en forma de un *anillo blanco* y *cristalino*, que por la accion del calor puede cambiar de sitio, lo mismo que el anillo arsenical del aparato de Marsh, para lo cual basta un calor muy moderado.

Enfriando el punto del tubo en que quiere verificarse la concentracion, puede obtenerse todo el producto volátil; esta precaucion es muy útil respecto del bromuro de cianógeno que se volatiliza á 15.° El enfriamiento se realiza con facilidad, rodeando cierta porcion del tubo con algodon, sobre el cual de cuando en cuando se echa éter sulfúrico, ó lo que es preferible, por medio de un tubo ancho, de vidrio ó de hojalata en que se pone hielo ó una mezcla refrigerante. De este modo no se pierde el menor vestigio del *compuesto ciánico* y todos los cristales se adhieren á la parte del tubo mas próxima al punto que hemos tomado.

Cuando haya que operar sobre cierta cantidad de sales de plata, como

(1) El cianuro de plata, obtenido muy facilmente por la accion del azoato de plata sobre el prusiato amarillo de potasa produce tambien buen resultado. No empleamos el cianuro de mercurio, pues que siendo volatil el mismo cloruro que resultaria de su descomposicion, podria quizá enturbiar con su presencia los resultados ó al menos alterarlos.

puede suceder; si se trata de aguas salinas cloruradas, se colocará en un tubo de un diámetro á propósito, y para evitar que estando la masa muy apretada impida al cloro atravesar fácilmente, seria útil dividir la mezcla con algunos fragmentos de vidrio molido lavados primero con agua destilada y secos. El primer tubo se unirá con el segundo de un diámetro menos considerable, en el que se condensarán los productos, y este es el tubo *condensador*.

La presencia del cloruro de plata que se halla casi siempre en mucho esceso respecto del yoduro y del bromuro del mismo metal, no compromete en nada el éxito de la operacion, y además, lo cual es un punto muy importante, el cloro seco no ataca ni al bromuro ni al yoduro de cianógeno. Añadiremos, por último, para terminar lo que se refiere á la descripcion del procedimiento, que el tubo condensador, despues de la operacion está cerrado por sus dos estremidades, y que puede conservarse indefinidamente como medio de comprobacion. Siguiendo el método que acabamos de describir, no entra en el agua mineral ninguna materia capaz de contener yodo, como otros han supuesto, y es sabido que sobre este punto ha habido muchas discusiones, y se han hecho bastantes objeciones. Además, como las combinaciones de *yodo* y *bromo* con el sodio y el magnesio (que son las que generalmente existen en las aguas minerales), se descomponen fácilmente en todo ó en parte por el calor, durante las evaporaciones de las aguas, sobre todo en presencia del ácido carbónico, puede haber el riesgo de perder una parte de los productos que se buscan y aun la totalidad. Esta circunstancia habia conducido á tomar la precaucion de añadir préviamente al líquido un poco de potasa pura ó carbonatada que se haya reconocido, antes bien privada de *yodo* y de *bromo*: cuya adicion en el líquido dá lugar á un yoduro y á un bromuro de potasio que no se descomponen por el calor.

A pesar de esta precaucion, las personas escépticas y tímidas no estarán completamente satisfechas; pero creemos que se les debe disipar toda inquietud respecto del método que nos ocupa, porque no ofrece ningun peligro, y su ejecucion es al mismo tiempo tan rápida como segura.

Además presenta ventajas porque se puede obrar inmediatamente sobre grandes cantidades de líquido (aguas minerales, de rios, etc) pues que lo mismo cuesta precipitar con el nitrato de plata cincuenta litros de una agua cualquiera, que si fueran dos ó tres solamente, mientras que otra cosa sucede cuando hay que evaporar estas cantidades antes de operar.

Llegamos ahora á la comprobacion de las combinaciones volátiles cristalizadas, recojidas en el tubo condensador, y tambien á la refutacion de algunas objeciones hechas á este método de análisis. ¿El esceso de cianuro de plata mezclado con las otras sales argénticas, puede dar con otro de cloro origen á *cloruro de cianógeno gaseoso*, fácil de reconocer por su olor irritante y su accion sobre las conjuntivas? Estas combinaciones del cloro y del cianógeno, que han sido objeto de tan interesantes estudios por parte de Berthollet, Gay-Lussac y Serullas (1), y por último, por el profesor M. Wurtz, se presentan en efecto bajo tres modificaciones, *gaseosa, líquida* y *sólida*. Tendremos, pues, razon para creer que esta última al condensarse podria simular la existencia de sus congéneres *yodados* y *bromados*.

(1) Berthollet. *Annales de chimie*, 1789, t. I, p. 35. Gay-Lussac. *Id.* 1815, t. XCV, p. 200. Serullas. *Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, 1827, t. XXXV, p. 291 y 327. *Journal de chim. med.*, 1 *l* serie. 1831, t VII, p. 129. *Comptes rendus de l' Acad. des sciences.* 1847, t. XXIV, p. 457 y *Journal de pharm. et de chim.*, 3.ª serie, 1851, t. XX, p. 15.

No hemos observado nunca la formacion de este *cloruro de cianógeno sólido* aunque nuestras esperiencias han sido numerosas: y aun suponiendo que se formase aquí, sus caractéres físicos y químicos le diferencian tanto del yoduro y del bromuro de cianógeno que no es posible la confusion. Para demostrarlo referiremos los caractéres físicos de estas tres combinaciones.

El *bromuro de cianógeno* se volatiliza á 15° y cristaliza por enfriamiento primero en largas agujas que bien pronto se convierten en cubitos trasparentes bastante regulares.

El *yoduro de cianógeno* se presenta en agujas largas, sedosas ó en forma de copos blancos, nevados y cristalizados, se sublima á 45°. El exámen microscópico aplicado á estos productos da á reconocer claramente todos los detalles de su cristalizacion.

El *cloruro de cianógeno* sólido se funde á 140° y no se volatiliza hasta los 190°. Cristaliza además en agujas trasparentes ó en láminas brillantes.

Por estos puntos de comparacion podemos ver que no concuerdan en nada sus caractéres físicos mas importantes y que principalmente se fundan en la facilidad con que se volatilizan los del *yodo* y el *bromo* que en cierto modo pueden hacerse desaparecer del tubo que los contiene con auxilio de un calor poco elevado. Despues de la demostracion de estos caractéres físicos viene la comprobacion de las propiedades químicas. Si se disuelve en un poco de agua destilada yoduro de cianógeno, se añade almidon, un vestigio de ácido clorídrico y un fragmento de sulfito de sosa, despues de la formacion del sulfato de sosa, tendremos ácido cianídrico y yodo que quedando al descubierto tiñe inmediatamente el almidon de color azul.

Es preciso evitar el uso de un esceso de sulfito porque entonces desaparecería el color. Debemos indicar tambien otro método que permite descubrir los mas ligeros vestigios de yodo en el yoduro de cianógeno. Tiene alguna analogía con el que en estos últimos tiempos han propuesto MMr. Viale y Latini (1), que en pocas palabras es el siguiente: despues de disuelto el yoduro de cianógeno en una capsulita, se añade á la solucion un pedacito de sodio: se produce un cianuro y un yoduro alcalino sin que se pueda decir que ningun reactivo haya introducido el metaloide que se busca. Añadiendo al líquido yoduro de almidon, evaporándole hasta consistencia de jarabe y tocándole con una varilla impregnada de ácido clorídrico puro, toma bien pronto color *azul* de una gran intensidad.

En vez de tratar la pasta con un ácido, hemos seguido ventajosamente un procedimiento mas lento en verdad pero mas seguro en el sentido de que un esceso de reactivo no ofrece el riesgo de hacer desaparecer el color á que primero ha dado origen: esta modificacion consiste en poner la cápsula en que está la mezcla espesa de almidon y de yoduro alcalino, vuelta boca abajo sobre una salvilla en cuyo fondo haya una ligera capa de cloruro de cal. El cloro que se desprende lentamente no tarda en descomponer el yoduro alcalino: se suspende la operacion cuando el color es ya muy pronunciado.

Terminaremos diciendo que 100 gr. de yoduro de cianógeno=yodo 80,2.

Aguas salinas yodo-bromuradas.

Casi todas las aguas yoduradas contienen vestigios de bromuros y recíprocamente; pero no pueden considerarse como *aguas yodo-bromuradas*, mas que aquellas en que existen estas sales en proporciones relativas bastante notables.

Estas aguas tienen caractéres especiales que participan de los que á la

(1) *Journal de pharm. et de chim.* 3.ª serie, 1856, t. XXIX, p. 405.

vez pertenecen á las aguas yoduradas y bromuradas de que acabamos de hablar. No debemos pues insistir sobre ellos, limitándonos á aplicarlos para la valuacion precisa de las mezclas de *yoduros* y de *bromuros* en las aguas.

Primer modo.

Por una *sal de paladio* ó una sal *ácida de plata*. En el producto concentrado que contiene las sales *yodo-bromuradas* se echa con precaucion *azoato paládico* á fin de separar el yoduro de paladio que se recoje, se lava y se seca. Se acidula el líquido filtrado añadiéndole antes un esceso de azoato de plata: el precipitado que se forma de nuevo contiene cloruro al lado del *bromuro*, se recoje y reduce como hemos dicho antes con el cinc y el ácido sulfúrico puros.

Repetimos que estas reducciones lo mismo que las del yoduro deben operarse siempre en una retorta provista de un recipiente á fin de recojer los vapores que podrian haber arrastrado vestigios de los elementos que se quieren apreciar. Despues se reunen los líquidos volátiles al producto que haya quedado fijo.

Cuando ha terminado dicha reduccion y la transformacion en *bromuro* y *cloruro de cinc*, es preciso añadir al líquido claro una buena capa de éter sulfúrico y hacer pasar un poco de cloro: es sabido que el éter por la agitacion se carga de bromo, y si se opera en una vasija apropósito, por ejemplo, un tubo adelgazado ó embudo cerrado con una llave, se puede obtener fácilmente sin pérdida el éter bromado para transformarle en seguida en *bromuro argéntico* (Vease lo que antes hemos dicho).

Segundo modo.

Por el *almidon* y las *sales argénticas* (1): el producto concentrado de que ya hemos hablado se descompone con el azoato de plata ácido y el precipitado lavado, reducido por el cinc y en seguida el líquido filtrado sin pérdida ninguna y mezclado con la solucion de almidon y éter sulfúrico se somete á la accion de algunas burbujas de cloro.

Se obtienen así, cuando el líquido está diluido tres capas distintas: la superior que comprende el *éter bromado*, la inferior el yoduro azul de almidon, y la intermedia el cloruro y el sulfato de cinc principalmente: se separan con facilidad estas tres capas por medio del embudo ó del tubo de llave indicado y despues se trasforman aisladamente en bromuro y en yoduro de plata, agitándolas y calentándolas con la sal muy ácida de plata (véase lo que hemos dicho respecto de las aguas *bromuradas* y *yoduradas* simples.

Tercer modo.

Por el *deutosulfato de cobre* y el *ácido sulfuroso*. Se ha indicado tambien para separar los *yoduros* y los *bromuros* añadir deutosulfato de cobre y ácido sulfuroso en frio: el sub-yoduro cobrizo se precipita primero en forma de un polvo *pardo-canela* y si se hierve el líquido filtrado, añadiendo de nuevo las mismas sustancias se obtiene un nuevo precipitado que representa el *sub-bromuro* cobrizo. Este medio deja no obstante algo que desear respecto de la exactitud de las dosificaciones precisas y por la dificultad de secar los productos obtenidos. Debemos citar como último modo el que antes acabamos de mencionar detalladamente.

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1852, t. XXI, p. 253.

Cuarto modo.

Por el *cianógeno*. El procedimiento de MM. O.Henry hijo y Humbert, es el que tambien sirve aquí para apreciar la mezcla de *yoduro* y *bromuro*. Este producto misto apreciado en forma de un compuesto de plata en el agua mineral se pondrá en las condiciones que antes hemos indicado con el cianuro de plata y producirá entonces una cristalizacion de *yoduro* y de *bromuro de cianógeno* que podrá conservarse en el tubo seco y soldado. Atendiendo á la gran diferencia de volatilidad, será facil separar los dos compuestos *cianicos*, como vamos á decir despues: ante todo indicaremos que para reconocer la mezcla, podrá operarse añadiendo un pedacito de sulfito de sosa con almidon y cierta dosis de éter: se producirá *yoduro azul de almidon* y el éter que sobrenade se cargará de bromo tiñéndose de color *amarillo naranjado*. No hay mas que esta última reaccion cuando el bromo es el único que existe, como se verifica en el agua del mar muerto en que solo se encuentran vestigios insignificantes de yoduro.

La diferencia muy sensible entre los puntos de sublimacion del *yoduro* y del *bromuro de cianógeno* presenta sobre todo un medio mecánico fácil para conseguir su separacion: se sumerje en agua á 22° centigr. la estremidad del tubo en que se han condensado previamente los dos cianuros, y al mismo tiempo se rodea la parte superior que está fuera del líquido con un tapon de algodon sobre el que se echan algunas gotas de eter. El bromuro de cianógeno volatil á 15° se destila y se condensa en el punto enfriado: el yoduro mucho menos volatil queda en su primera posicion: por medio de tubos bastante largos que se dividen en seguida en dos porciones y se pesan llenos de sus cristales y despues vacios y bien secos, no seria imposible dosificar aun con cierta precision las cantidades de bromo y de yodo contenidos en el producto que se analiza: este método, sin embargo, no puede ejecutarse realmente mas que cuando dichos productos son abundantes; en caso contrario, el método que creemos mas fácil de seguir consiste en comparar la cantidad de cristales obtenidos por este dato con un peso *conocido de bromuro ó de yoduro de cianógeno* (gramos 0,01 ó gr. 0,001) tratados del mismo modo y que sirvan de tipo. Obrando así hemos podido dosificar con mucha aproximacion el yodo en un gran numero de aguas minerales y potables y por ejemplo, en muchas del Noyonnais (1).

100 de bromuro de cianógeno = bromo 75,06.

Por último, por el método sobre el que acabamos de estendernos y de que hemos hecho aplicacion, se han podido reconocer muy visiblemente el *yodo* y el *bromo* en diversas aguas minerales, de las que nos contentaremos con citar las siguientes:

Vichy.	Yodo y vestigios de bromo.
Saxon.	Yodo y bromo.
Salies.	Bromo.
Salins.	Bromo.
Les Roches.	Yodo.
Chabetout.	Yodo.
Chateldon (fuente).	Yodo.
Forges-les-Bris.	Yodo.
Pougues.	Yodo.
Gazost..	Yodo y bromo.

(1) L. Guilbert. *These de la Faculté de medecine sur les eaux potables du Noyonnais*, 1851.

Para terminar, añadiremos que hemos encontrado en el agua del Sena tomada el 8 de junio de 1857 en el puente de los Santos Padres y en plena coriente $\frac{66}{1000}$ de yodo y aun de bromo, es decir $\frac{1}{15}$ de miligramo por litro, ejecutando la operacion sobre nueve litros.

Existen sin duda otros medios de indicar el yodo de un modo positivo, pero no creemos deber citarlos todos, puesto que no pensamos hacer aquí una monografía.

Nos fijaremos pues en estos y repetiremos que para tener una *determinacion exacta del yodo* es útil obrar sobre cantidades de líquido algo considerables por ejemplo 50 á 60 litros y en las fuentes siempre que sea posible, pues que los *principios yodados* no se encuentran generalmente en las aguas mas que en proporciones muy pequeñas: en este caso es conveniente precipitar el agua mineral por el azoato ácido de plata, segun se ha prescrito, y recojer exactamente el depósito formado, cuyo peso corresponde á 50 ó 60 litros de agua: los resultados fáciles de dosificar segun los métodos que acabamos de indicar y sobre todo el último, se dividen por 50 ó 60 con lo que se llegará á la representacion de un litro que sirve de punto de comparacion.

Ejemplos de mezclas que con frecuencia se encuentran en las aguas y que es conveniente poder separar.

La *cal* acompaña casi siempre á la *magnesia* en las aguas que nos ocupan, como la sosa rara vez está sin la *potasa*. En la análisis es preciso poder apreciar con exactitud cada una de estas sustancias y para conseguirlo existen varios medios que creemos útil citar aquí: pongamos algunos ejemplos.

Cal y magnesia.

Estas dos bases existen en las aguas en forma de *bicarbonatos*, *sulfatos*, *azoatos*, *fosfatos*, *cloruros*, *sulfuros*, *bromuros*, *yoduros* y *fluoruros*. Sin ocuparnos aquí de su estado de combinacion bástenos determinar rigurosamente sus proporciones relativas.

Primer procedimiento.

Este procedimiento consiste en tomar los líquidos ó las sales que contienen tales ó cuales combinaciones de cal y de magnesia solubles ó que se hayan hecho solubles y tratarlas del modo siguiente:

La solucion de las diversas sales se precipitará por carbonato de sosa con esceso de base y se recojerá el *depósito blanco* formado.

La mezcla de carbonatos *calizo* y *magnesiano* que constituye se tratará con ácido clorídrico muy diluido en agua, se filtrará y evaporará en una cápsula de platino hasta sequedad y calcinada muy fuertemente se obtendrá un residuo que en contacto en caliente con agua, á que se haya añadido cerca de $\frac{1}{10}$ de alcool, deja separar un precipitado blanco que calcinado de nuevo es:

La *magnesia* que se pesa con cuidado.

El líquido claro evaporado hasta sequedad y despues fundido da el cloruro de calcio.

100 de esta sal corresponden á 50,48 de cal.

Una mezcla de *magnesia calcinada* (1 gramo), y de *carbonato de cal* (3 gramos) tratada por este método nos ha producido:

Magnesia pura. 0,97
Cloruro cálcico. . . . . 3,31 } para carbonato de cal...3.

Segundo procedimiento.

En vez de tratar el depósito calizo y magnesiano con ácido clorídrico puede emplearse *ácido sulfúrico* que se añade hasta la completa saturacion, se diluye en agua pura despues de haber mezclado $\frac{1}{30}$ de alcool y se filtra.

El residuo insoluble seco y pesado, produce sulfato de cal que representa la cal:

100 de esta sal = cal. . . . 41,17.

En cuanto al líquido filtrado, se evapora hasta sequedad y su peso conduce al de la magnesia, puesto que:

10 de este sulfato (supuesto anhidro) representan, magnesia ...34,01.

Tercer procedimiento.

Se emplea la solucion clorídrica dicha antes diluida, y se le mezcla cierta cantidad de cloridrato de amoniaco con agua pura en notable proporcion; se echa entonces un ligero esceso de oxalato amoniacal que determina en seguida un abundante depósito blanco: se recoje este depósito y despues de lavado se calcina muy fuertemente: se trata entonces con ácido clorídrico, se evapora de nuevo, se funde y produce *cloruro cálcico* que representa la *cal*.

En el líquido claro de que se ha separado esta base, se debe echar con cuidado fosfato de sosa mezclado con amoniaco, mientras que se forma un precipitado blanco: se recoje un depósito voluminoso de *fosfato amoniaco-magnesiano* y despues de haberle lavado y secado, se calcina muy fuertemente: el producto pesado, produce la *magnesia*.

100 de esta sal calcinada así, representan 36 de magnesia.

Cuarto procedimiento.

Se emplea tambien la solucion clorídrica hecha enteramente *neutra*, se diluye en bastante agua destilada: se echa entonces *fosfato de sosa* cristalizado puro en disolucion hasta que no se forme mas precipitado blanco.

Este precipitado gelatiniforme se recoje, se lava y se seca con cuidado y es fosfato de cal ($2CaO,PhO^5 + 4Aq$) que representa 54,39 por 100 de cal.

Al líquido filtrado debe añadirse fosfato de sosa mezclado con amoniaco: se tendrá fosfato amoniaco-magnesiano como en el ensayo anterior y de su peso despues de fuertemente calcinado, se deduce la *magnesia*.

Sosa y potasa.

Lo mismo que la cal y la magnesia, estas dos bases son casi siempre concomitantes en estado de *bicarbonatos, sulfatos, azoatos, cloruros, yodu-*

ros, etc. Es importante poder separarlas, sin preocuparnos tambien acerca del estado de combinacion en que existan.

Primer modo.

Si se trata por ejemplo 1.° de dos *bicarbonatos*; 2.° de dos *sulfatos*; 3.° de dos *cloruros*, se disuelven en agua y se transforman en *acetatos*, el primero por el *ácido acético*, el segundo por el *acetato de barita* y el tercero por el *acetato ácido de plata*, añadiendo estas sales con mucho cuidado para no emplear un esceso. Se filtra la solucion y se evapora hasta sequedad: el residuo se trata con alcool de 30° hirviendo. En el líquido alcoólico se echa gota á gota oxiclorato de sosa que forma un precipitado granujiento de *oxiclorato de potasa*, cuyo peso seco representa la potasa. Si nos contentamos con desecar la sal, se obtiene un oxiclorato de potasa; y si se calcina fuertemente, obtendremos cloruro de potasio, de cuyo peso puede deducirse el de la potasa: pero segun Mr. Deville siguiendo este último método, hay siempre una lijera pérdida de cloro.

100 de esta sal = potasa....34,04.

El líquido filtrado, evaporado de nuevo y calcinado fuertemente, se convierte en carbonato de sosa que puede transformarse en sulfato; su peso muy seco corresponde á 58,47 por 100 de sosa.

Es preciso tener presente que hay que descontar la sosa que ha debido producir el oxiclorato añadido despues de la precipitacion de la potasa.

Segundo modo.

En las soluciones salinas de las sales de sosa y de potasa poco diluidas se añade en muy ligero esceso cloruro de platino que precipita la *potasa* formando una sal amarilla apenas soluble de cloroplatinato potásico que representa en seco 19,07 de potasa por 100.

El líquido claro se somete á la accion del ácido sulfídrico á fin de aislar el esceso de platino; se filtra y se evapora hasta sequedad despues de haber convertido todo en sulfato, cuyo peso calcinado conduce al de la *sosa*.

100 de la sal = sosa. . . 43,64.

Se distribuyen estas bases entre los ácidos segun la naturaleza de las mezclas examinadas, v. g. en bicarbonatos, en sulfatos, en cloruros etc. y se emplea como comprobacion la proporcion de estos ácidos, establecida aparte por medio de otros ensayos que la confirman.

No mencionamos otros métodos por el *ácido tártrico* ó el *ácido carbazótico* (pícrico) porque deben servir mas bien como procedimiento de indicacion que de dosificacion.

Tercer modo.

Citaremos aquí el procedimiento que M. Fremy (1), ha aconsejado para dosificar la *sosa* por medio del *bimeta-antimoniato de potasa* granujiento. A fin de llegar al resultado operaremos del modo siguiente: diremos primero que esta sal tiene la composicion ($KO + Sb^2 O^5 + 7HO$),

Potasa.	16,88
Acido antimónico.	60,55
Agua.	22,57
	100,00

(1) Ed. Fremy. *Rechaaches sur les acides metaliques*, foll, en 8.° Paris, 1844, pág. 65 y siguientes: *Annales de chimie et de physique*, 3.° série, 1844 t. XII.

y que no debe abandonarse por mucho tiempo en agua fria en la que se convierte en *antimoniato de sosa*, sin accion sobre las sales de sosa: es preciso tambien evitar el uso del *antimoniato de potasa gomoso*, el que se empleará es el compuesto granujiento cristalino. Se transforman pues todas las sales sódicas en carbonatos, sulfatos y cloruros, se disuelven en agua y el reactivo se echa con cuidado en la solucion: bien pronto se obtiene *bimeta-antimoniato de sosa* apenas soluble, $NaO + Sb^2 O^5 + 7HO$ que contiene 11,9 por 100 de sosa.

Cuarto modo.

Por medio del cálculo se llega tambien á la determinacion de la sosa y de la potasa en los compuestos salinos (1). Supongamos que ambas bases existan en estado de sulfatos: despues de haber calcinado la mezcla se toma un peso muy exacto P, se disuelve en agua y por medio del cloruro de bario ácido se determina la cantidad de ácido sulfúrico p que contiene. Con esta indicacion se llega á calcular ambos sulfatos; llamando x al peso del sulfato de potasa, $P-x$ será el del sulfato de sosa. Pero un peso x de sulfato de potasa, contiene un peso $x \frac{500}{1090,9}$, de ácido sulfúrico: un peso $P-x$ de sulfato de sosa contiene $\frac{500}{887,2}$ de ácido sulfúrico.

El ácido sulfúrico total, combinado con las dos bases está pues representado por:

$$x \frac{500}{1090,9} + (P-x) \frac{500}{887,2}$$

La esperiencia ha indicado que este peso era p, tendremos pues:

$$x \frac{500}{1090,9} + (P-x) \frac{500}{887,2} = p$$

o

$$x \frac{1}{2,180} + (P-x) \frac{1}{1,774} = p$$

de donde:

$$x = \frac{P \times 2,180 - p \times 3,867}{0,406}$$

Tratando de una mezcla de cloruros se operará del mismo modo, solo que el peso p del cloro se valuará con auxilio del cloruro de plata formado.

En el caso de la mezcla de los dos cloruros, hé aquí un método matemático aconsejado por el profesor M. H. Sainte Claire Deville (2). Supongamos el peso primitivo de ambos cloruros igual á P: trataremos por el ácido sulfúrico puro y se formará sulfato de potasa y sulfato de sosa que mezclados y desecados pesan P'.

Si representamos por x el peso de la potasa, por y el de la sosa, por Cl el equivalente del cloro y por S el del ácido sulfúrico, podremos establecer las ecuaciones siguientes:

(1) Regnault, *Cours de chimie* 4.ª edit., 1853, t. II, p. 215.
(2) H. Deville. *Lecons professes á l' Ecole normale superieure* de Paris, 1856.

$$(x\,K + Cl) + (y\,Na + Cl) = P$$
$$(x\,K + S) + (y\,Na + S) = P'$$

ó bajo esta otra forma sacando fuera x é y.

$$x\left(1 + \frac{Cl}{K}\right) + y\left(1 + \frac{Cl}{Na}\right) = P$$
$$y\left(1 + \frac{S}{K}\right) + y\left(1 + \frac{S}{Na}\right) = P'$$

Será fácil de resolver este sistema de ecuaciones para sacar de él el valor de las dos incógnitas buscadas.

Este procedimiento, dice M. Deville, tiene un inconveniente y es la dificultad de obtener un *sulfato de potasa puro*, porque frecuentemente está mezclado con bisulfato que con dificultad se reduce á sulfato neutro. Sin embargo, poniendo una pequeña cantidad de carbonato de amoniaco en la cápsula y enrojeciéndola se verifica la transformacion. Hay tambien otro inconveniente que lleva consigo este procedimiento y consiste en que la diferencia P—P' no es bastante grande para que se pueda establecer sobre estos pesos una determinacion bastante precisa.

Tambien diremos que para el buen resultado de este método es preciso que los equivalentes de las bases tengan pesos bastante diversos.

Alúmina.

Esta base tan comun en todos los terrenos que atraviesan las aguas minerales debe necesariamente encontrarse tambien en estos sitios, y en efecto, así lo da á reconocer la análisis, por que al lado de la sílice se ve en la mayor parte de casos la *alúmina* y en ciertas aguas se encuentra en estado de *sulfato*, sola ó unida con la potasa, el amoniaco y el hierro. Así sucede en las aguas que se mineralizan en esquistos piritosos, turbosos ó tambien en terrenos feldspáticos en descomposicion. Para dosificar la alúmina es menester tomar unas veces los residuos que quedan insolubles en el agua, despues de la evaporacion de las mismas; otras, algunos que contienen las sales solubles. En el primer caso se forma una mezcla íntima con dos partes de potasa pura y se calcina en un crisol de plata. El resultado de la operacion se trata con agua y ácido sulfúrico y despues se evapora casi hasta sequedad para dejar la sílice que se hace entonces insoluble, se diluye en agua se filtra y añadiendo con cuidado amoniaco se separará la *alúmina* formando un depósito gelatiniforme que lavado y seco, se calcina y se pesa en una buena balanza: es la *alúmina*.

Cuando se trata de *sulfatos de alúmina* ó de *alumbres*, se deben diluir en agua, añadir cuidadosamente amoniaco ó carbonato de sosa, tratar el depósito hidratado con agua cargada de ácido carbonico, secarle despues de lavado, calcinarle fuertemente y pesarle.

Si la alúmina está manchada con óxido de hierro, es preciso hervir con ácido clorídrico el producto *calcinado*, lavarle de nuevo y secarle.

Glucina.

Al lado de la alúmina se ha indicado algunas veces, aunque raras, la *glucina*. Esta base se separa de la otra por medio del carbonato de amoniaco básico, que en frio la mantiene sola en solucion: filtrándolo y haciéndolo hervir, se precipita entonces y puede recojerse para pesarla despues de calcinada.

Del mismo modo que la alúmina, se disuelve en la sosa y en la potasa; pero no produce con esta última el sulfato doble que cristaliza en octaedros ó en cristales derivados de esta forma.

Itria y circona.

Hasta ahora no se ha anunciado la existencia de estas dos bases, mas que en una sola agua mineral, la de Neyrac (Ardeche), y todavía se pone en duda su existencia.

Admitiéndola, no obstante, por suposicion, serian sus caracteres los siguientes:

Itria.

La itria se presenta en polvo blanco soluble en los ácidos y forma sales solubles (1) que la potasa descompone en un precipitado blanco voluminoso insoluble en un esceso de reactivo, pero que disuelve algo el carbonato de amoniaco, aunque menos, sin embargo, que la glucina: con el ácido oxálico dá un compuesto blanco que se disuelve con facilidad en el ácido clorídrico: con el ácido fosfórico la sal insoluble desaparece en frio en el ácido clorídrico; pero vuelve á aparecer hirviéndolo. Si se calcina muy fuertemente, la itria produce un polvo amarillo que los ácidos atacan tambien. Por último, el sulfato de potasa en las sales solubles dá una sal granujienta *ítrico-potásica*, que no se disuelve mas que en bastante agua y en los ácidos.

Circona.

Producto blanco como el anterior, algo áspero al tacto, soluble en los ácidos en estado de hidrato, y que tiñe de rojo el papel de curcuma (2); calcinado muy fuertemente, se vuelve insoluble en los ácidos, lo cual le distingue ya de la base anterior. Estas sales se descomponen por la potasa, que nada disuelve aunque esté en esceso esta base: el carbonato de amoniaco la vuelve sensiblemente soluble; pero el oxalato de circona apenas se disuelve con el ácido clorídrico: en último lugar, si el sulfato de potasa obra poco mas ó menos con esta base del mismo modo que la itria, el compuesto es enteramente insoluble en agua y en los ácidos.

Estronciana.

Las aguas *selenitosas* ó *selenito-magnesianas* contienen con bastante frecuencia acompañando al sulfato calizo, *sulfato de estronciana* y aun *carbonato*.

Es preciso, por lo tanto, buscar esta sal al lado de aquella para determinar su presencia y proporcion.

Un método que hay que seguir, y que nos parece bastante bueno, consiste en hacer una mezcla muy exacta de los dos sulfatos con fécula, aceite ó un cuerpo graso, y calcinarlo muy fuertemente. El producto de la operacion se trata con agua destilada caliente, se filtra en seguida con rapidez, y contiene sobre todo sulfuro de estronciana: se sobresatura por medio del ácido azoótico, y se evapora hasta sequedad para tratarlo con alcool de 40.°

(1) Berzelius. *Annuaire des sciences chimiques*, 1839, p. 51, trad. por Gerhardt.
(2) Brusch de NewñYork. *Journ. für prakt. Chem.*, t. LXII, p. 7.

El *azoato de estronciana* queda insoluble en este menstruo. Una vez seco, se pesa y de su peso se deduce el de la *estronciana*.

100 de azoato=estronciana. 48,9

Esta sal disuelta en alcool presenta entre otros caracteres el de dar á la llama de este menstruo un *hermoso color de púrpura*, de formar con el ácido fluosilícico una sal soluble en agua y de disolverse sensiblemente en el agua destilada, porque entonces el líquido precipita por medio del cloruro de bario.

Fresenius y Sacc han aconsejado precipitar el azoato estróncico de una mezcla, añadiéndole una solucion de sulfato de cal: disuelto en agua se precipita con el carbonato de sosa y el carbonato blanco formado y calcinado no pierde su ácido carbónico.

Combinada con ácido sulfúrico, dá lugar á un sulfato muy poco soluble, pero que no obstante lo es sensiblemente, y que hervido con carbonato de potasa ó de sosa, se convierte fácilmente en *carbonato estróncico* (Will).

Barita.

Muy rara vez se ha encontrado esta base en las aguas minerales unida con el ácido carbónico y se dice que con el ácido sulfúrico; tambien se ha hallado en el depósito *magnesiano negro*, que dejan diariamente las aguas de Luxeuil en las piscinas del establecimiento, en donde se encuentra en un estado de combinacion que todavia no se conoce bien.

A pesar de la insolubilidad que tiene para nosotros el sulfato de barita, se asegura que en las aguas de la Bourboulle, se ha visto esta sal en solucion sensible, probablemente á favor de temperaturas, presiones muy considerables y agentes cuya existencia ignoramos.

La barita podrá caracterizarse y obtenerse, tratando el compuesto insoluble en que se sospecha su presencia en combinacion sulfatada. Se reduce al estado de sulfuro por la calcinacion, despues de haberle mezclado íntimamente con fécula y un cuerpo graso. El producto de la locion, transformado en *azoato* ó en *cloruro*, se tratará con alcool de 40.°

Uno y otro quedan insolubles, y se secarán para apreciar su peso.

100 de azoato de barita. . . . =barita. 58,59
100 de cloruro de bario. . . . =barita. 72,56

O bien se disolverán ambas sales, y se echará ácido sulfúrico en ligero esceso: el depósito blanco *insoluble* ó al menos poco soluble, es sulfato de barita, que calcinado y pesado dá la barita.

100 de sulfato barítico.. . . . =barita. 65,63

El alcool cargado de cloruro de bario arde con una llama *blanco-azulada*.

Amoniaco y sales amoniacales.

Al hablar de la análisis cuantitativa hemos mencionado entre los principios mineralizadores de las aguas el *amoniaco* y algunas sales *amoniacales*. Estas son mas bien las que existen en disolucion, así se ha indicado el *sulfidrato*, el *carbonato* y el *sulfato*, unas veces solos y otras en estado de *sulfato doble de alúmina* y de *amoniaco*, y quizá tambien *el azoato y el crenato*: la existencia de estas sales se ha demostrado mas bien en ciertos productos de la destilacion, que no directamente: hemos dicho cuáles son los caracteres para reconocerlas; nos falta ahora apreciar sus proporciones exactas, lo cual se consigue siempre por medio de la destilacion.

Así 1.° si se trata de un agua en que exista el sulfidrato ó el carbonato

amoniacal, es preciso calentarla en una retorta de vidrio que tenga un buen aparato de recepcion. El producto obtenido indica las reacciones propias del *amoniaco* y del *ácido sulfídrico*: este último puede valuarse, y de su peso se deducirá el de la sal de base de amoniaco, lo mismo sucederá con el *carbonato*. Determinando la proporcion del ácido carbónico llegaremos á la de la sal buscada.

100 de ácido carbónico=38,23 { de bicarbonato. . . . . 159,05 / de sesquicarbonato de amoniaco. . 127,30 / de carbonato neutro de amoniaco. . 218,10

2.° Si el compuesto amoniacal es un sulfato simple ó doble, se valuará por una parte el ácido sulfúrico por los métodos descritos, y por otra el amoniaco, para lo cual se operará del siguiente modo:

Despues de haber introducido el agua en una retorta bastante grande de vidrio ó en un vaso destilatorio muy limpio, se añadirá cal viva y se calentará hasta que hierva: la primera parte recojida es la que contiene el amoniaco condensado por medio de un refrigerante.

Primer modo.

Se saturará este producto con una solucion graduada de ácido oxálico. (V. mas adelante Análisis volumétrica).

Segundo modo.

O bien neutralizado por el ácido sulfúrico y tratado por el cloruro de platino; despues de una ligera concentracion, se recojerá el precipitado amarillo granujiento de cloroplatinato de amoniaco, que lavado con alcool etéreo y secado, se pesara: su peso conducirá al del amoniaco, pues que 100 de cloroplatinato de amoniaco=gr. 7,71 de *amoniaco*.

Tercer modo.

Es fácil tambien conseguir esta dosificacion, echando en el producto amoniacal, no saturado, una solucion diluida y clara de fosfato de maguesia. se forma en seguida un depósito blanco de fosfato amoniaco magnesiano, insoluble ó apenas soluble cuando se ha añadido cloruro sódico. Este precipitado, recojido, lavado y seco con cuidado, se pesa.

100 de fosfato amoniaco-magnesiano = amoniaco 11,22 (1).

Por medio del cálculo se distribuye esta base entre los ácidos *sulfúrico* ó *carbónico*, á los que primitivamente se cree asociada.

Fosfatos.

La presencia del *ácido fosfórico* en estado de *fosfatos*, bastante esparcido, entre las materias que constituyen las capas terrestres, se manifiesta tambien en muchas aguas minerales, y es útil entonces demostrarla por una parte, y por otra determinar su proporcion.

Creemos que se consigue fácilmente observando las indicaciones siguientes, ya queden disueltos los fosfatos en los líquidos concentrados, como es mas frecuente, ya no se encuentren mas que en los productos que quedan insolubles ó en los depósitos naturales (travertinos) formados al aire. El ácido carbónico es ciertamente uno de los agentes que los disuelven mejor en las

(1) Regnault, *Cours de chimie*, loc. cit.

aguas, como es sabido y ha demostrado sobre todo M. Lassaigne: los trasporta con ellas á los vejetales de que despues formaparte: cuando este agente disolvente se disipa, se comprende con facilidad como se precipitan los fosfatos térreos.

Primer medo.

A fin de apreciar el ácido de los fosfatos, se tomará el resultado de la concentracion de bastante agua, ó bien los depósitos obtenidos, ya por medio de la concentracion, ya formados naturalmente y reducidos á polvo fino: se los tratará con agua cargada de ácido carbónico, y se filtrará: á uno ú otro liquido se añadirá azoato de plata, y se neutralizará enteramente con un poco de solucion débil de sosa.

El precipitado formado contendrá, entre otras sustancias, *fosfato argéntico*, que se tratará ahora con ácido clorídrico en ligero esceso diluido en agua, y despues filtrado. Al líquido se añadirá, saturándolo muy exactamente, carbonato de cal ó carbonato de barita, añadiendo despues alcool, á fin de disolver todo el cloruro cálcico, y se recojerá el precipitado.

Lavado este precipitado, seco y calcinado produce un peso de pirofosfato de cal 100=56,6 de ácido fosfórico ($2CaO\ PhO^5$), ó de pirofosfato de barita=48 de ácido fosfórico ($2BaO\ PhO^5$), que conducen al del *ácido* de los fosfatos contenidos en el agua primitiva ó en los depósitos que esta deja: se puede tambien, en vez de la cal y de la barita, transformar el ácido de que tratamos en fosfato férrico.

Segundo modo.

Para esto, se añade á una solucion de fosfato una sal de hierro soluble al máximum y se recoje el precipitado que seco representa 57,45 por 100 de ácido fosfórico.

En cuanto á los fosfatos de barita ó de cal, tienen por caracteres especiales:

1.° Cuando se tratan con ácido sulfúrico diluido, producen un líquido, que filtrado y neutralizado completamente dá un precipitado *amarillo* con el azoato de plata: el precipitado es *blanco* cuando el fosfato está fuertemente calcinado.

2.° El mismo líquido anterior con el agua de cal ó de barita en esceso, produce precipitados blancos gelatiniformes que son solubles en un esceso de ácido ó en agua cargada de ácido carbónico.

3.° Si se toman los fosfatos de cal y de barita muy bien calcinados y en polvo, se introducen en un tubo muy seco cerrado por sus estremidades, y en cuyo fondo se haya puesto un pedacito de sodio ó de potasio, y se calienta progresivamente bastante, se obtiene un residuo de fosfuro, que humedecido con agua acidulada por ácido clorídrico, deja desprender *hidrógeno fosforado*, cuyo olor es de los mas característicos, y no puede equivocarse cuando se ha percibido alguna vez (Thenard y Vauquelin).

Tercer modo.

M. Leconte (1) ha propuesto para valuar los fosfatos el uso del azoato de uranio, cuya solucion echa en la sal examinada. El precipitado que se forma, seco y pesado conduce al peso del ácido fosfórico.

(1) *Tesis citada.*

El peso considerable del equivalente de uranio ofrece aquí una gran ventaja, porque permite obrar sobre porciones pequeñísimas de fosfatos, en razon de que siendo relativamente muy grande el peso de la sal de uranio, es muy fácil de apreciar sin grandes errores.

Azoatos.

Los azoatos sin ser muy comunes en las aguas se encuentran no obstante en algunas y principalmente en las que contienen muchas materias orgánicas: no pueden reconocerse cualitativamente en una agua si no hay productos muy concentrados, porque estas sales existen siempre en proporciones mínimas; pero como son además muy solubles, se acumulan en las últimas aguas madres de las cristalizaciones.

Se dosifican con bastante dificultad, *indirectamente* ó por *aproximacion*, por los diversos procedimientos que siguen; y tambien por la intensidad de ciertos resultados obtenidos.

Primer modo.

Mezclando *azoato* con una sal orgánica de *brucina* ó de *morfina* y añadiéndole ácido sulfúrico puro se desarrolla un color rojo de sangre tanto mas intenso cuanto mayor sea la proporcion de azoato.

Segundo modo.

Tratando por ácido sulfúrico un azoato mezclado con cobre y calentándolo lijeramente en un balon lleno de aire, se forman vapores rutilantes cuya intensidad es proporcional á la cantidad de los azoatos.

Tercer modo.

Puede mezclarse el azoato con cierta dosis de cloruro de sodio puro y de oro en polvo, tratarle despues por ácido sulfúrico diluido en agua, y se obtiene un líquido en el cual se apreciará el *oro disuelto* por medio del ácido oxálico ó del protosulfato de hierro. Cuanto mas oro soluble haya, necesariamente habrá mas *azoato*.

Cuarto modo.

Será fácil destilar el azoato con un poco de acido sulfúrico diluido y recibir los vapores en agua cargada de carbonato de estronciana hidratada en suspension; filtrándolo y evaporándolo hasta sequedad. El azoato de estronciana pesado da el ácido azoótico, porque 100 de esta sal = 51,1 de ácido azoótico.

Quinto modo.

Segun M. Desbassyns de Richemont, se añade al líquido mezclado con azoato ó ácido azoótico, ácido sulfúrico concentrado puro y en cantidad no ser menor de $\frac{1}{4}$ del líquido que se va á examinar: despues de frio se añade *poco á poco* una solucion de *sulfato ferroso*. El líquido se tiñe de color pardo oscuro, cuando se añade un poco mas de sal de protóxido de hierro (1).

(1) *Annuaire des sciences de Berzelius*, trad. por Gerhardt. Paris, 1839, en 32, p. 5.

Se puede tambien mezclar al líquido índigo disuelto en ácido sulfúrico (ácido sulfo-indigótico) constituyendo una tinta azulada; si se pone un poco de ácido sulfúrico y tambien un vestigio de cloruro de sodio y despues se hierve, el líquido se vuelve amarillo (Liebig) (1).

Para tener la naturaleza de los *azoatos* se descompondran con el *carbonato de amoniaco* y segun lo que hemos dicho respecto de la *cal* y de la *magnesia* (V. anteriormente) sabremos cual es la base combinada: lo mismo sucederá con la *sosa* y *potasa*: si el carbonato amoniacal no ha producido nada, se buscarán estas dos bases transformándolas por ejemplo en sulfatos (V. sosa y potasa). Por último si el azoato se halla en estado de sal amoniacal desprenderá amoniaco cuando se mezcla con la cal, y si existe en notable proporcion se podrá por medio de la destilacion llegar á conocer su cantida d evaporando con cuidado el producto hasta sequedad.

Gases desprendidos de las fuentes y aire contenido en las aguas.

En casi todas las fuentes se observan desprendimientos de productos gaseosos que con frecuencia son contínuos y producen una especie de ebulicion: otras veces son algo intermitentes y salen por decirlo así á bocanadas: por último las burbujas se manifiestan casi aisladas y raras ó solamente cuando se agita un poco el fondo cenagoso de las pilas de recepcion.

Además, las mismas aguas retienen en solucion gases que no se desprenden mas que por la accion del calor.

Debemos hablar aquí de la naturaleza de estos gases, de los medios de recojerlos, analizarlos y valuar sus proporciones.

Detengámonos primero sobre los que se desprenden espontáneamente de los caños de las fuentes.

Estos gases son frecuentemente el *ácido carbónico* y el *ácido sulfídrico* de que especialmente nos ocuparemos al tratar de las *aguas acídulas bicarbonatadas* y de las *aguas sulfurosas*. Tambien se ven estos gases compuestos con frecuencia de *azoe puro* ó mezclado únicamente con *proporciones muy pequeñas* de oxígeno: y por último se reconoce tambien en ellos el *hidrógeno protocarbonado*.

Gases desprendidos espontáneamente de las fuentes.

Para recojer estos gases se emplea una campana ó vasija llena de agua con un embudo poniéndolo todo boca abajo y sosteniéndolo si es posible con la mano en el sitio en que se verifica el desprendimiento. Pero cuando esto es difícil y no lo permite la posicion de la fuente ó su termalidad, se recurre á un aparato que consiste, en una vejiga flexible de guta percha con llave en el cuello, llena del agua del manantial, que se ajusta al tubo de un embudo muy ancho vuelto boca abajo, y está sostenida sólidamente en un bastidor soldado al mismo embudo. Introducienda este aparato abierto en el agua sobre el punto del desprendimiento gaseoso, la vejiga se llena del gas que va á analizarse: se cierra entonces la llave lo mejor que se pueda y tendremos un depósito del gas buscado. Para analizarle se toman porciones de él, lo cual es muy fácil adaptando á la llave de la vejiga un tubo encorvado que vaya á parar á una campana graduada, colocada en el baño de mercurio ó de agua: comprimiendo entonces la vejiga se hace salir cierta cantidad de gas cuyo volúmen se puede apreciar al punto en la campana.

Para tener tambien los gases producidos por la destilacion del agua

(1) *Analyse chimique de Rose.* 1843. t. I. p. 197, 198.

empleamos con ventaja la *garrafa hidrargiro-neumática*, verdadero gasóforo ideado y publicado por uno de nosotros (1).

Redúcese esta especie de gasómetro movible á una garrafa ó frasco á cuya boca se adapta un corcho que da paso, 1.° á un embudo de llave de tubo muy largo que penetra hasta el fondo del frasco: 2.° á otro tubo encorvado en ángulo recto que baja tambien hasta el mismo fondo, y cuyo brazo libre tiene su llave: 3.° á otro tubo de dos brazos propio para recojer gases, cuyo brazo mayor redoblado en su estremidad va á parar á una campana graduada colocada boca abajo sobre mercurio, mientras el otro brazo solo entra algunas líneas en el frasco, y en el espacio comprendido entre los dos brazos tiene tambien el tubo una llave. En la parte inferior del frasco hay una tubuladura, á la que se ajusta un tubo bifurcado con llave en sus dos ramas, una de las cuales despues de subir á la altura del frasco se dobla perpendicularmente y se sumerje en mercurio; la otra tambien sube algo mas arriba y su estremidad está encorvada hácia abajo.

Para funcionar este aparato se llena enteramente de mercurio el frasco, se enlodan las junturas, se pone en comunicacion con el depósito de gas que se quiere examinar por medio de un tubo de goma elástica, adaptado al brazo libre del segundo tubo que hemos mencionado, y se cierran todas las llaves á escepcion de la de este tubo y la de la última rama del bifurcado ajustado á la tubuladura inferior. El gas penetrando en el frasco sube sobre el mercurio y comprimiéndole le obliga á salir fuera por la última rama. Luego que ha cesado el desprendimiento gaseoso se cierran las dos llaves y se abre la de la primer rama cuya estremidad está sumerjida en mercurio: este sube en virtud de la contraccion del gas, restableciendo el equilibrio y entonces se cierra la llave. Cuando se quiere sacar este gas para analizarle ó medirle, se echa mercurio en el embudo, se abre la llave de este y la del tubo que va á parar á la campana graduada, y la entrada del mercurio hace que salga el gas en la cantidad que se desea.

Puede tambien emplearse otro aparato mas sencillo, que no es mas que un cilindro de goma elástica, flexible de arriba á abajo mediante varios dobleces al modo de un fuelle. Termina por su parte inferior en un embudo de llave, y de la superior que está cerrada sale un tubo capilar encorvado para recojer gases y provisto de su llave. Se cierra esta, se abre la del embudo sumerjido en el agua: el gas desprendido de esta dilata el cilindro y cuando está lleno se cierra el embudo. Cuando quiere analizarse el gas se abre el tubo capilar se aplasta el cilindro y sale el gas necesario.

Supongamos que forme 100 partes ó 100 centímetros cúbicos, habiendo anotado la temperatura y la presion barométrica Se introduce bajo la campana un pedacito de potasa ó un chorrito de una solucion alcalina con una bombilla encorvada y se ve lo que haya absorvido : sean 5 partes que son 5 cént. cúbicos de *ácido carbónico*. Supongamos que el resto sea azoe puro *ó mezclado con oxígeno*. Se pone un cilindro de fósforo que se sostiene con una varilla, y que quitado al cabo de 24 horas de contacto ha robado 7 cénts. cúbicos de oxígeno. Quedan pues 88 cénts. cúbicos de azoe, así:

$$100 \text{ gas} = \begin{cases} \text{Ácido carbónico.} \ldots\ldots 5 \\ \text{Oxígeno.} \ldots\ldots 7 \\ \text{Azoe.} \ldots\ldots 88 \end{cases}$$

Hidrogeno protocarbonado.

Si se trata del hidrógeno protocarbonado que tiene por carácter ser un

(1) *Journal de pharm. et de chim.* 3.ª série, t. XXVI, p. 270.

gas apenas soluble en agua, que arde con una llama de color blanco azulado cuando se inflama y que produce agua como tambien un residuo gaseoso que enturbia el agua de cal y que es absorv ido por la potasa: es menester analizar el gas en la campana de mercurio por varios metodos.

1.° Haciéndole detonar con un volúmen igual al suyo de oxígeno se produce *agua* y *ácido carbónico*.

Pueden usarse diferentes eudiómetros : los hay que tienen un boton fijo y otro á la estremidad de una varilla movible; otros llevan dos botones soldados fijamente á cierta distancia: y en otros los botones son tambien fijos, pero por la parte esterior comunican con una varilla flexible: todos sirven para conducir la electricidad destinada á inflamar las mezclas gaseosas. Estos eudiómetros se emplean tambien en las análisis de aire y de otros gases de las aguas Supongamos pues 120 partes de gas con *hidrógeno protocarbonado* (carburo tetrahidrico) que está compuesto de carbono 75,17 é hidrógeno 24,83. Si se ponen con 400 de *oxígeno puro* tendremos:

$$\left.\begin{array}{l}\text{1.° Agua producida. . } 223{,}69\\ \text{2.° Acido carbónico. . } 272{,}29\end{array}\right\} \text{partes} = \left\{\begin{array}{ll}\text{Hidrógeno. } 24{,}83 & \\ \text{Oxígeno . } 198{,}76 & \text{Oxígeno}\\ \text{Oxígeno. . } 197{,}02 & \text{empleado}\\ \text{Carbono. . } 75{,}17 & 373{,}78.\end{array}\right.$$

Tendremos pues 4,22 de oxígeno de mas.

Supongamos que por el fósforo se hayan absorvido 10. Quedarán entonces; azoe 10 partes, porque en las 520 de gas total tendremos:

Oxígeno añadido. 400

lo que da para la composicion del gas analizado:

Hidrógeno carbonado. 100
Oxígeno. 10
Azoe. 10

2.° Se puede poner cloro con el hidrogeno carbonado en presencia de un poco de esponja de platino; el gas es absorvido poco á poco y despues el cloro escedente lo es por la potasa.

3.° Haciendo pasar un volúmen de gas por un tubo que contenga bióxido de cobre calentado muy fuertemente, recogiendo el *agua formada* en un tubo de cloruro cálcico pesado y el *ácido carbonico* en otro de potasa, se deducirá del peso del agua el del hidrógeno, y del ácido carbónico la proporcion de carbono. Reuniendo estos números se tendrá la cantidad del *hidrógeno protocarbonado*.

Cálculos para reducir los gases á un estado comparativo de volúmen y por consiguiente de peso.

Las mezclas gaseosas deben reducirse á un estado comparativo es decir á una temperatura igual, á un estado de sequedad tambien igual y á una presion uniforme de 0,76, porque varia su estado de dilatacion y el vapor de agua que se mezcla con ellas cambia tambien su verdadero volúmen.

Por medio del cálculo se llega fácilmente á estas correcciones. Es preciso apreciarlas sin nada de humedad, calcularlas á la temperatura de 0 y bajo la presion barométrica de 0,76.

1.° Se desecan ya teniéndolas bajo el mercurio en contacto con el cloruro de calcio, ya directamente por medio del cálculo.

2.° Se reducen tambien en seguida por el cálculo á la temperatura de 0, y á la presion de 0,76, para lo cual operaremos del modo siguiente.

Segun acabamos de decir para tenerlas completamente privadas de humedad, se puede dejarlas en contacto con cloruro de calcio y ver lo que ha

desaparecido de su volúmen, ó mas bien calcularlas en estado de sequedad descontando la tension del vapor á la temperatura en que se opere.

Sea por ejemplo un volumen de gas húmedo á 8° centigr. igual á litros 1,08 y á la presion barométrica de 0,78. Segun la ley de Mariotte los gases ocupan volúmenes en razon inversa de las presiones: se establecerá pues la proporcion inversa siguiente:

$$0{,}78 : 0{,}76 :: x : 1{,}08$$

es decir:

$$\frac{0{,}78 \times 1{,}08}{0{,}76}$$

Si el gas se ha tomado á 0,74 se obrará del mismo modo.

Este es el gas reducido á la presion uniforme de 0,76 tomado como punto de partida.

Pero supongamos que el volúmen es á + 8 grados de temperatura y que necesitamos tenerle á 0°. Es sabido que de 0 á 100, los gases se dilatan casi todos uniformemente un 0,00367 de su volúmen por cada grado. Se obtendrá pues el volumen que se quiere por medio de la ecuacion siguiente:

$$v = \frac{V}{1 + 0{,}00367 \times T}$$

v es el volúmen buscado, V el volúmen hallado (lit. 1,08), T la temperatura (8 grados centígr)

Reemplazando estas cifras por números tendremos:

$$v = \frac{1{,}08}{1 + 0{,}00367 \times 8}$$

No quedará por lo tanto mas que calcular el gas seco. Para esto, como se sabe que la fuerza elástica de los vapores se agrega á la de los gases en las mezclas; calculando la fuerza que sostiene nuestro gas anterior, que es de 0,78: esta fuerza será el resultado de la suma de la tension del gas y de la del vapor á la temperatura de 8° en que se opera. Así, deduciendo de 0,78 la tension de este vapor de agua, no queda mas que la del gas. Pero sabemos, segun las tablas descritas en las obras de física, la fuerza que tienen á diversas temperaturas. Aquí es 0,008375. Se dirá pues: 0,78—0,008375=0,771625. Es preciso pues decir:

$$0{,}771625 : 0{,}76 :: x : \text{lit. } 1{,}08 = \text{lit. } 1{,}09$$

Gases disueltos en las aguas.

Estos gases se desprenden calentando las aguas en aparatos particulares y recojiendo el producto gaseoso bajo el mercurio ó el agua en una campana graduada á fin de examinarle despues.

Para ello se emplea algunas veces un balon provisto de un tubo encorvado, enteramente lleno de líquido y que entre debajo de dicha campana y despues se calienta. El gas que se obtiene al cabo de cierto tiempo de ebulicion se mide y se analiza. Es preciso saber sobre qué cantidad de agua se ha operado, lo cual se consigue pesando el aparato *vacio* y *lleno* y la diferencia será el peso del líquido ensayado.

Existe otra disposicion de aparato, que es mucho mas preferible, debida á Longchamp y llamada *matraz cubeta*. Es un balon ó matraz, en cuyo cuello entra ajustándose exactamente una especie de tazon que sostiene una campana graduada que cubre enteramente la abertura del cuello del matraz. Cuando todo el aparato está lleno de agua (cuya cantidad se

conoce) se calienta poco á poco haciéndolo hervir mientras se produzca gas. Se deja enfriar y se aisla la campana para medir y analizar el producto gaseoso.

Hemos modificado este aparato reemplazando el tazon por un embudo de hojalata que tiene un tubo de llave, á fin de sacar el agua que pudiera derramarse durante la operacion. Además esta modificacion hace el aparato menos costoso y mas fácil de montar.

El gas en este caso puede ser *aire*, *azoe*, raras veces *hidrógeno carbonado* o *ácido carbónico*.

Recojidos estos gases, se puede sacar cierta cantidad de ellos por medio de la pipeta inventada por Ettling é introducir en una campana de mercurio una cantidad medida, anotando la temperatura y presion. Se empezará entonces por absorver el ácido carbónico por medio de la potasa. En cuanto á los demás, se analizarán con el *fósforo* ó sumergiendo segun Gay-Lussac (1), una *lámina de cobre impregnada de ácido sulfúrico*.

M. Debereiner ha propuesto tambien introducir una solucion de *ácido pirogálico* muy ávida de oxígeno y que puede servir de medio *eudiométrico*. Segun este químico, un gramo de ácido pirogálico disuelto en un esceso de amoniaco, absorve 260 centímetros cúbicos de oxígeno; ó gramos 0,38.

El ácido gálico absorve tambien el oxigeno; pero con mucha mas lentitud, necesitándose lo menos una ó dos horas. La reaccion solo se verifica en presencia de un esceso de álcali, y cuando la mezcla de ácido y de potasa se halla en contacto del gas que contiene oxígeno, el líquido se tiñe inmediatamente de color rojo. Segun M. Chevreul (2), un gramo de ácido gálico disuelto en la potasa absorve 290 cént. cúbicos, ó cerca de gr. 0,417 de oxígeno.

Por último se ha aconsejado con el mismo objeto la mezcla de ácido tánico y de potasa; pero la esperiencia es aun mucho mas lenta.

Hablaremos tambien de la solucion de indigo desoxigenado, hecha dejando en contacto en una vasija llena de agua una mezcla de protosulfato de hierro, de potasa y de indigo en polvo: el mas lijero vestigio de oxígeno vuelve azul el líquido amarillo trasparente.

Existen además una multitud de medios *oxigenimétricos* que seria demasiado difuso enumerar aquí.

Mencionaremos no obstante, el de Dupasquier (3). Consiste en poner el volúmen gaseoso que se va á analizar, en contacto con una mezcla de *protosulfato de hierro* y de *potasa* y agitarlo despues; el oxígeno es absorvido progresivamente por el protóxido ferroso que queda en descubierto y que se oxida cada vez mas y así se tiene con bastante rapidez la determinacion de uno de los elementos del producto gaseoso.

M. Graham ha propuesto por último (4) para absorver el oxígeno del aire el líquido que se obtiene disolviendo en amoniaco cáustico el precipitado pardo de sal cobriza que resulta de tratar una solucion amoniacal de sulfato cúprico por una corriente de gas sulfuroso. La operacion marcha rápidamente dando resultados uniformes.

Por lo demás, esta determinacion del aire en las aguas es con mucha frecuencia necesaria para las aguas potables y económicas y se puede apreciar con bastante aproximacion y de un modo relativo empleando la solucion de *indigo desoxigenado*, de que acabamos de hablar. Tomando como

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série. 1844, t. IX, p. 247.
(2) *Enciclopedie methodique*, t. VI, p. 270.
(3) Dupasquier. *Traité elementaire de chimie industrielle*, p. 1844, t. I. p. 181.
(4) *Chem. Gaz.* núm. 77, p. 25. *Rapport annuel de Berzelius*, 7.º año 1847, p. 147.

tipo una agua saturada de aire y poniendo muestras de las aguas que se quieren examinar, aciduladas de antemano, en vasijas que se llenan *completamente* y se tapan con exactitud; se añaden medidas iguales (con una especie de dados) llenas de la *solucion de indigo desoxigenado*. Se agita, y los líquidos se vuelven de un color azul tanto mas pronunciado cuanto mas aire contengan: puede juzgarse asi comparativamente segun el punto de partida, de la cantidad de oxígeno que contiene un agua sometida á esta prueba: se ha reconocido por término medio en un litro de agua convenientemente aireada gr. 0,047 de aire para gr. 0,0155 de oxígeno; por que como es sabido el aire contenido en el agua es mas rico en este principio y generalmente tiene de 32 á 33 por 100, en vez de 20,9 como el aire atmosférico.

Puesto que se ha visto que un peso conocido de agua produce por la destilacion un volúmen de gas cualquiera, supongamosle igual á 110 partes y compuesto de:

Oxígeno.	32	
Azoe.	68	= 110
Acido carbónico.	10	

y podrá representarse del siguiente modo:

Oxígeno escedente.	14,3	
Aire atmosferico comun. . .	85,7	= 110
Acido carbónico.	10,0	

Suponiendo que se haya hecho en el eudiómetro la análisis con 100 partes: si por la potasa se han absorvido las 10 de ácido carbónico, quedarán 100 de gas, y si se añaden 100 de hidrógeno puro, despues de la detonacion desaparecerán 96 partes *convertidas en agua* que representan $\frac{1}{3}$ ó 32 partes y quedarán 104, de las que 36 son de hidrógeno: mezclando entonces 18 partes de oxígeno puro y haciéndolo detonar de nuevo se formará otra cantidad de agua y despues de frio quedarán 68 partes de azoe puro.

Estará pues compuesto el gas en cada 110 partes de:

Azoe.	68	
Oxígeno.	32	= 110
Acido carbónico.	10	

En cuanto al hidrógeno carbonado, si se desprendiese en una operacion de este género se apreciaria despues de haberle secado bien, haciéndole detonar como anteriormente con un volúmen conocido de oxígeno apreciando como hemos dicho el agua formada y tambien el ácido carbónico producido: y despues por el fósforo, el oxígeno y el azoe, quedando:

Oxígeno.
Azoe.
Hidrógeno carbonado.

Para verificar las descomposiciones por medio de la electricidad en las mezclas que analizamos, empleamos los eudiómetros de mercurio cuya descripcion hemos dado.

Si entre los gases obtenidos hubiese mezclas de *ácido carbónico* y *sulfuroso*, lo cual sucede mas bien con los gases de las grutas ó de las estufas naturales, como mas adelante diremos, se separarán bajo el mercurio, introduciendo en la mezcla gaseosa borax ú óxido de plomo de color de pulga, como ha aconsejado Gay-Lussac (1); únicamente será absorvido el ácido sulfuroso, y su proporcion se calculará por la disminucion del volúmen: el resto

1) *Annales des mines*. 3.ª série. 1837, t. XI, p. 207.

será *ácido carbónico puro*, si la potasa añadida le absorve á su vez en totalidad: y si queda un resto que apague los cuerpos en combustion, será ázoe, y entonces tendremos, primera mezcla:

Acido carbónico.
Acido sulfuroso.

Segunda mezcla:

Acido sulfuroso.
Acido carbónico.
Azoe.

Creemos que á esto se reduce todo lo que corresponde decir acerca de los gases contenidos en las aguas ó desprendidos de las fuentes.

Aguas alcalinas silicatadas.

Entendemos por *aguas silicatadas* aquellas en que la *sílice* constituye un *elemento importante* respecto de los demás principios mineralizadores, aunque puede decirse que tambien se encuentra en todas las demas: en las de que tratamos está generalmente combinada con bases alcalinas, lo cual les comunica un carácter inequívoco de alcalinidad con ciertos reactivos, colores azules vegetales, etc.

Las aguas silicatadas salen de los terrenos graníticos, de los que toman las sustancias que se descubren en ellas por la análisis. En efecto, aquí existen la mayor parte de los elementos (ortosa, albita, oligoclasa), y el cuarzo, los feldspatos y las micas pueden por su descomposicion producir muchos de los elementos reconocidos en estos lugares.

En general, las aguas silicatadas son termales, y no contienen mas que pocos ó ningunos carbonatos, como sucede, por ejemplo, en las aguas de Plombieres (Vosgos), de Evaux (Creuse): generalmente están poco cargadas de sustancias salinas, y si algunas de estas últimas parecen estrañas á los terrenos de donde salen, es constante que deben haberlas tomado de otras partes.

Las aguas que nos ocupan, descompuestas por el ácido sulfúrico, dejan aparecer con frecuencia bastante visiblemente la *sílice* en copos blancos semi-trasparentes, que algunas veces no se descubren en el seno del líquido mas que á una luz muy viva: entonces se los ve en fragmentos casi trasparentes, y se necesita cierto tiempo de reposo para que se reunan en el fondo de las vasijas formando un depósito en copos. Si se evapora con cuidado, se obtiene en este caso por residuo un producto gelatiniforme, que despues de seco y calcinado se ve que es sílice: con bastante frecuencia en la accion de los ácidos sobre las aguas no se desprenden por el calor mas que cantidades casi insignificantes de ácido carbónico, y cuando se evaporan las aguas en una retorta resguardada del contacto del aire, los residuos obtenidos no contienen mas que proporciones muy leves de carbonatos, mientras que cuando la concentracion se verifica al aire, se observa que la sílice se separa poco á poco en copos, y produce al fin un magma gelatinoso: en este caso se hallan muchos carbonatos en el producto definitivo de la operacion. Si se hace pasar una corriente de ácido carbónico por las aguas silicatadas, se forman bien pronto abundantes copos blanquecinos y traslucientes que se separan. Como puede reconocerse aquí, el elemento silíceo es el que dá lugar á estos diversos fenómenos, y segun es facil determinar, todos los ácidos, aun el ácido carbónico, tienden á desalojar á la sílice de sus combinaciones primitivas silicatadas.

No tenemos mucho que decir sobre los medios de analizar estas aguas: todo lo que se refiere á las sustancias estrañas, á la *sílice* y á los *silicatos*,

está comprendido en lo que se ha indicado anteriormente en las aguas salinas respecto de los sulfatos, cloruros, etc.

No obstante, al ocuparnos especialmente de estas aguas, hablaremos de algunos principios que se han reconocido particularmente en ellas, el *fluor*, el *ácido bórico* y la *litina*, que con frecuencia forman parte de las micas tan comunes en los terrenos de que brotan dichas aguas.

Silice y silicatos.

Se toma un peso conocido y bastante considerable del agua mineral, se introduce en un balon de vidrio, al que se adapta un tubo de Welter encorvado en ángulos rectos que entre en un frasco que contenga una solucion de cloruro de bario y de amoniaco: se puede añadir á continuacion otro frasco semejante: esta disposicion tiene por objeto recojer el ácido carbónico si existe en los *carbonatos* al lado de los *silicatos*. (V. aguas acídulas bicarbonatadas) Dispuesto así el aparato, se añade al líquido un ligero esceso de ácido azoótico, y se calienta progresivamente: despues que se ha concentrado así $\frac{1}{3}$ de volúmen, es preciso apartar la retorta y terminar la evaporacion en una cápsula en baño de arena casi hasta sequedad: despues de lo cual se mezcla al producto tres veces su peso de alcool á 38° ó 40° (93 y 95 cents.) y se obtiene por una parte un líquido alcoólico AB, y por otra un residuo insoluble que tratado con agua pura y tibia, acidulado con dicho ácido, y decantado cuidosamente da un producto que representa despues de la calcinacion el peso de la *sílice*.

El líquido alcoólico AB evaporado y descompuesto por medio del ácido sulfúrico, da orígen á *sulfatos de sosa*, de *potasa* ó de *cal*, cuyas bases apreciadas por los procedimientos ya descritos, representan por sus cantidades los *silicatos primitivos* del agua, lo mismo que los *carbonatos* si existen segun la produccion y la proporcion del carbonato de barita formado; el peso de esta sal conduce al del ácido carbónico. Con estos datos definitivamente se llegará á la determinacion buscada.

100 de ácido silícico ó sílice representan los silicatos alcalinos $3MO+2SiO_3$.

Los demas elementos mineralizadores, repetimos, que se valuarán aparte por medio de los métodos indicados anteriormente.

Nos resta hablar ahora del modo de apreciar cuantitativamente algunos principios particulares contenidos tambien en las aguas silicatadas, á saber, los *fluoruros*, el *ácido bórico* y la *litina*.

Fluor y fluuros o fluoruros.

La existencia de los *fluoruros* (fluatos) indicada en cierto número de aguas minerales, solo se habia sospechado en muy pocas, y no se pudo señalar mas que en los depósitos ó concreciones producidos por las aguas al cabo de un período de muchos años, porque es fácil concebir que semejantes depósitos deben representar masas enormes de líquido, y desde luego es posible descubrir en ellos principios que en vano tratarian de encontrarse aun en 100 ó 200 litros de las aguas que los han producido.

Los fluoruros son, no obstante, mas comunes en las aguas silicatadas, y pueden reconocerse por el método siguiente: el depósito ó resíduo producido por el agua mineral que se supone que los contiene, se reduce á polvo fino, se calcina y calienta en un crisol de platino con ácido sulfurico muy puro que se ha reconocido de antemano estar enteramente privado de ácido fluorídrico. El crisol se cubre con una lámina nueva, no de vidrio pulimentado,

como se hacia generalmente, sino mas bien de *cristal de roca*: hace poco que M. Nicklés (1) ha visto que el vidrio era corroido por muchos ácidos, y este químico ha aconsejado la sustitucion indicada, sobre la cual ya hemos hablado.

Los vapores desprendidos del *fluuro* atacan la lámina de sílice pura y la hacen perder el pulimento, asi cuando se cubre con un barniz una placa y se forma sobre ella un dibujo, se puede obtener un grabado mas ó menos limpio.

M. G Wilson (2) ha dado otro método que consiste en reducir á polvo el depósito y mezclarle con arena muy fina y pura, añadiendo ácido sulfúrico despues que se ha introducido en una retorta de vidrio provista de un recipiente que se sumerja en agua. Se calienta, y bien pronto se desprende ácido fluosilícico que se descompone, deja separar una gran parte de *sílice gelatinosa*, y produce un líquido muy ácido que se precipita por el amoniaco en nuevos copos silíceos: el líquido vírgen evaporado en un vidrio de reloj muy pulimentado, no tarda en hacerle perder completamente el pulimento. Antes de esta evaporacion, se puede precipitar el líquido con el cloruro de bario ó de calcio en *fluuros de calcio* y de *bario*, cuyo peso conduciria sin duda al del fluor, pues que:

100 de fluuro cálcico. . . =fluor. . 48,5
100 de fluuro barítico. . . =fluor. . 13,9

Acido borico

El ácido bórico libre, y algunas veces combinado, existe tambien en ciertas aguas especiales de las que se estrae en grande (Lagoni de Toscana) para las necesidades artísticas, pero tambien se encuentra aunque en muy pequeñas proporciones en algunas aguas minerales sobre todo las que son silicatadas y que como hemos dicho salen de las rocas graníticas en descomposicion en que abundan las micas.

M. Rose ha hecho ver que los productos en que este ácido se encuentra concentrado tienen la propiedad de teñir de color de rosa el papel amarillo de cúrcuma, caracter que todavia se evidencia mejor, como dice M. E. Barruel, poniendo algunas gotas de la tintura alcoólica amarilla de cúrcuma sobre un disco de porcelana, dejándolo secar y tocando entonces en distintos puntos con el liquido cargado de ácido bórico ó tomado por tal. Bien pronto se ve producirse una aureola rosada que se parece á una viruela en su periodo de decrecimiento.

M. Bechamp ha aislado este ácido en el agua de Soultzmatt y tambien (3) uno de nosotros le ha obtenido en esta agua del modo siguiente (4): se saturó el líquido con sosa y se descompuso con una solucion alcoólica de cloruro cálcico. El depósito blanco recojido y descompuesto por el ácido clorídrico produjo laminitas cristalinas que presentaban todos los caracteres del ácido bórico: es facil pesar estas láminas secas. Este ácido bórico existia en cristalitos planos mas solubles en caliente que en frio en el agua, y solubles en el alcool hirviendo que inflamado arde con una llama *verde ó verdosa*.

M. Stromeyer ha dado tambien el procedimiento siguiente: despues de haber fijado sobre la potasa el ácido bórico que se quiere dosificar, se

(1) *Moniteur des hopitaux* 1.ª serie, 1857, t. V, núm. 128, p. 1017. *Repertoire de pharmacie*, 1857, t. XIV, p. 118. *Journal de pharm. et de chim.* 3.ª serie, 1857, t. XXXI, p. 334, t. XXXII, p. 210.
(2) *Journal de pharm. et. de chim.* 3.ª série, 1852, t. XXII, p. 451.
(3) O. Henry, padre. *Bulletin des travaux de l'Academie de medecine*, 1852-53, t. XVIII, p. 1094.
(4) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1857, t. XXXI, p. 178.

añade ácido fluorídrico y se evapora hasta sequedad; hecho esto, se diluye la masa en una solucion de acetato de potasa en proporcion de 20 por 100. Al cabo de algunas horas de contacto se echa sobre un filtro puesto en un embudo de *guta percha*, se lava con acetato de potasa y alcool, se seca y se pesa.

Lo que queda es el *fluoborato de potasa* del que representan 100 partes el *ácido bórico*.

El acetato de potasa tiene por objeto disolver el fluoridrato soluble en alcool asi como tambien los fosfatos y el azoato, que el acetato de potasa se lleva sin tocar á dicho *fluoborato* formado.

Litina.

Principalmente en las *aguas alcalinas silicatadas* es en las que se reconoce la litina al lado de la sosa, é igualmente se encuentra en muchas aguas potables, como ha anunciado M. H. Deville. Esta base existe ademas en las aguas *acídulas bicarbonatadas*. El procedimiento que sirve muy bien para aislarla y determinar su proporcion, consiste en tomar el residuo de 30 ó 40 litros de agua mineral adicionada con sosa alcoolica pura y concentrada 5|6, y en filtrarla con cuidado despues de haber añadido un poco de carbonato de amoniaco en el liquido muy claro; se echa un ligero esceso de fosfato de sosa y bien pronto se ven producirse copitos blancos que nadan en el líquido y se depositan en seguida dando lugar á un precipitado blanco en copos.

Este precipitado recojido, seco y pesado es *fosfato sódico lítico*, cuyo peso no conduce tan bien al de la litina como el fosfato lítico (PhO^5, + 3 LiO) 100 de este último producen la litina.

Este fosfato sódico lítico es muy poco soluble en agua fria, algo en agua caliente y casi completamente insoluble en agua cargada de fosfato de sosa. Segun Brandes se necesitan para disolverle, 1400 partes de agua á 15.° 1233 á 60°, 913 á 100.° Cuando se calienta al soplete sobre un hilo de platino se funde con bastante facilidad en una perla trasparente que al enfriarse se vuelve opaca, blanca y cristalina: fundido sobre un carbon es absorbido por sus poros: mezclado con carbonato sódico se funde sobre un hilo de platino en una perla trasparente que se enturbia al enfriarse, reaccion que le distingue claramente de los fosfatos terreos. Como esta sal no contiene agua, su composicion no se altera cuando se calienta al rojo, y despues de la calcinacion debe ser (PhO^2 3RO): es decir que cada equivalente de ácido fosfórico se halla unido con 3 de base: pero como los óxidos lítico y sódico se sustituyen uno á otro en esta sal porque son isomorfos, es claro que la cantidad de cada una de las bases que se encuentran en ellas es variable.

Se deduce de aqui que puede emplearse el *fosfato lítico-sódico* para aislar, pero no para dosificar el óxido lítico, lo que obliga á analizar esta sal siempre que quiera conocerse con exactitud la cantidad de óxido lítico que se encuentra en ella. Para descomponerla se separa primero el ácido fosfórico con una sal de plata neutra, se lava bien el precipitado (Ph^5O, 3AgO), se deseca y se calcina: se trasforman entonces las bases en cloruros, se desecan de nuevo y se tratan con alcool absoluto que disuelve el cloruro de litina sin tocar al cloruro de sodio (Fresenius y Sacc.)

Con este fosfato se pueden efectivamente obtener otras sales por doble descomposicion como por ej. un azoato muy soluble en alcool. Para ello se trata el fosfato doble con el azoato de plata en la cantidad que se quiera, se filtra y se evapora hasta sequedad. El residuo tratado con alcool caliente, filtrado y concentrado da un *azoato de litina* muy soluble que comunica á

la llama de alcool un *color rojo violaceo* y que precipita en blanco con el *carbonato de sosa* y con el *fosfato sódico muy alcalino*.

Aguas acidulas.

Aguas acidulas bicarbonatadas.

Vamos ahora á ocuparnos de una clase de aguas minerales que se encuentran con cierta profusion en la naturaleza y principalmente en los terrenos volcánicos y ulleros, hablamos de las *aguas acídulas bicarbonatadas*.

Estas aguas de las que hay muchas fuentes en Francia, en Alemania, en Bohemia, en Hungria, en Saboya, etc. tienen caracteres que permiten reconocerlas facilmente. Desprenden espontaneamente ó con auxilio de un calor leve ácido carbónico en burbujas bastante abundantes y que producen una viva efervescencia, enrojecen la tintura de tornasol, pero espuestas al aire caliente desaparece este caracter y reaparece el primitivo color azul: su sabor es *acídulo agrio*, agradable aun cuando haya pocas sales, alcalescente cuando dominan los bicarbonatos alcalinos: tratadas con los ácidos es mucho mas considerable la efervescencia del gas: en contacto con las sales de magnesia no se alteran sino por ebulicion; pero con las sales de barita producen algunas veces depósitos desprendiendo al mismo tiempo ácido carbónico: por último, una solucion de protosulfato de hierro y de ácido sulfídrico echada en estas aguas se vuelve *negra ó agrisada* inmediatamente.

Los principios que caracterizan á estas aguas son el *ácido carbonico y los bicarbonatos de sosa, de potasa, de cal, de magnesia* y aun de *litina* ó de *estronciana*: los de hierro y de manganeso comunican á las aguas que los contienen propiedades muy distintas: por consiguiente colocaremos estas aguas en otra categoria diversa de las *aguas ferruginosas* (V. estas aguas) Al lado de los elementos de que acabamos de hablar se reconocen los *sulfatos*, *silicatos*, *cloruros* etc. en proporciones mayores ó menores. Tambien y lo repetiremos aqui de nuevo: estas aguas como otras muchas especiales pueden considerarse siempre como *aguas salinas*, á que deben agregarse las aguas *puramente acidulas bicarbonatadas*, cuyos elementos peculiares no existen en las aguas que nos ocupan, ó al menos no se encuentran mas que en proporciones relativamente muy pequeñas: asi es que segun predominen marcadamente tales ó cuales de ellos pueden dividirse las aguas bicarbonatadas en tres grupos distintos á saber:

1.° Las aguas *bicarbonatadas sódicas*.

2.° Las aguas *bicarbonatadas cálcicas*.

Y 3.° Las *bicarbonatadas sódico-cálcicas*, segun que domine claramente el bicarbonato sódico ó calizo.

Para tomar tres ejemplos que analizar y no complicar los resultados, figuraremos los siguientes, no ocupándonos de la concomitancia de otras sales, *sulfatos, silicatos, cloruros, etc*, que podrian indicarse y para cuya determinacion seria preciso repetir lo que hemos dicho respecto de las aguas salinas, sean pues:

Núm. 1. Agua acidula bicarbonatada sódica.

	Gramos.
Acido carbónico libre.	1,10
Bicarbonato de sosa.	4,20

Bicarbonato de potasa.	0,50
Silicato de sosa.	0,20
	6,00
Agua pura.	994,00
	1000,00

Núm 2. Agua acidula bicarbonatada cálcica.

	Gramos.
Acido carbónico.	1,10
Bicarbonato de cal.	0,80
Bicarbonato de magnesia.	0,40
Silicato de cal.	0,10
	2,40
Agua pura.	997,60
	1000,00

Núm. 3. Agua acidula bicarbonatada sódico-cálcica

	Gramos.
Acido carbónico.	1,10
Bicarbonato de sosa	3,50
Bicarbonato de potasa.	0,50
Bicarbonato de cal.	0,40
Bicarbonato de magnesia.	0,20
Silicato de sosa.	0,10
	5,80
Agua pura.	994,20
	1000,00

Ocupémonos primero de los medios de apreciar la proporcion del *ácido carbónico*, tanto del que está libre como del que se halla *combinado*.

Dosificacion del ácido carbonico.

Muchos procedimientos se han aconsejado para esta determinacion; pero sin presentarlos todos, debemos referir algunos. Unas veces el elemento mineralizador se valúa en estado gaseoso, otras veces en peso en estado de una combinacion salina conocida (*carbonatos de plomo, de cal, de barita*). Además se necesitan grandes cuidados para que no se pierda el gas cuando las aguas son muy gaseosas, como sucede con frecuencia: siempre que sea posible deben tomarse y ensayarse los líquidos en la misma fuente, ó en caso contrario cojerlos, embotellarlos y taparlos con todas las precauciones convenientes.

Como se ha reconocido que unas mismas aguas no producen siempre en todas las estaciones y aun en épocas muy próximas cantidades constantemente iguales de ácido carbónico, y desde luego de bicarbonatos: no deberá causar sorpresa que á pesar de todos los cuidados se reconozcan algunas diferencias entre los diversos trabajos hechos sobre unas mismas aguas, por-

que son independientes de los operadores: por lo demas debe ser así, y sucede efectivamente con muchas aguas de otras especies: lo que ya hemos dicho en las generalidades de este libro.

Primer modo.

Para obtener el ácido carbónico, se acostumbraba antiguamente destilar un peso conocido del agua mineral y recojer el gas bajo mercurio ó recibirle en soluciones á propósito. En el primer caso su volúmen establecido segun las correcciones convenientes, se consideraba como *ácido carbónico libre* ó como constituyendo *bicarbonatos*; valuacion que era inexacta, porque muchos bicarbonatos no pasan completamente al estado de carbonatos simples, sino mas bien en parte al de sesquicarbonatos. Los resultados repetidos no concordaban con frecuencia en razon de estas descomposiciones variables. En cuanto á las soluciones empleadas en el otro caso, estaban formadas de subacetato de plomo, de agua de barita y de cal, de cloruro de bario ó de calcio á que se habia añadido amoniaco que producian, las primeras carbonato plúmbico, y las demas carbonatos de barita y de cal: el peso de estas sales lavadas y secas conducia á la apreciacion del ácido carbónico buscado.

Segundo modo.

Despues, y aun ahora tambien se emplea el método destilatorio; pero se añade al agua un ligero esceso de ácido, á fin de descomponer completa-los bicarbonatos, se recoje el gas en una série de aparatos de Woulf, que contengan cloruro de bario y amoniaco. Del peso del *carbonato de barita* formado al cabo de algunos momentos, recogido, *lavado* y *calcinado*, se obtiene el del *ácido carbónico*, tanto libre como *combinado*.

100 de carbonato barítico=ácido carbónico. . . 22,36.

Mas adelante, cuando se han apreciado por otros medios que vamos á describir los *diversos carbonatos* del agua mineral, se les asigna lo que les falta de *ácido carbónico* para convertirse en *bisales*, y despues el escedente indica el ácido libre.

Tercer modo.

Con objeto de abreviar las operaciones, se emplea un medio muy directo, que consiste en añadir rápidamente en el agua inmediatamente despues de cojerla ó de destapar las botellas un esceso de amoniaco líquido y de cloruro de bario, en recojer con mucha exactitud el depósito producido y secarle despues de lavado. Contiene además del *carbonato de barita*, *sulfato*, *fosfato*, *silicato barítico*, etc. segun la composicion compleja del agua examinada, y además puede tener tambien *magnesia*, *alúmina* y *sesquióxido de hierro*. Todos estos cuerpos se disolverán por la accion del ácido clorídrico, escepto el sulfato, y segun la diferencia entre el primer peso antes de esta operacion, y del obtenido en segundo lugar, podrá considerarse la pérdida como *carbonato de barita puro*, como se ha hecho algunas veces; pero resultará un error respecto de los silicatos y los fosfatos.

Cuarto modo.

Será preferible tomar del peso total que contenga las sales de barita una

cantidad bien determinada $\frac{1}{4}$, por ejemplo, introducirla en un baloncito ó probeta, provisto de un tubo encorvado que se sumerja en una campana de mercurio, y descomponer entonces el polvo por medio del ácido clorídrico diluido. Calentándolo con precaucion hasta el estremo, se desprende todo el ácido carbónico, que despues de medido, se trata con potasa, y se reduce por medio del cálculo al estado seco y á la temperatura de 0.° y presion de 0,76 (V. *gas* mas adelante). El volúmen que desaparece despues de este tratamiento representa el del *ácido carbónico* de las aguas salinas, y no hay mas que multiplicarle por 4 para llegar al volúmen y despues al peso definitivo del ácido buscado.

En vez de emplear un balon se puede tambien y es mucho mas espedito llenar de agua y $\frac{1}{4}$ de polvo de barita, una campanita de vidrio, especie de vasito, é introducirle debajo del mercurio en una gran campana graduada que contenga un poco de ácido clorídrico diluido en agua: dejándolo reaccionar tiene lugar la descomposicion completa: se mide el volúmen del gas obtenido y se somete á las mismas correcciones que en el ensayo anterior.

Tambien se ha tratado de valúar el ácido carbónico libre ó combinado por la pérdida que esperimenta una mezcla de agua y ácido fijo cuando se ha establecido la reaccion y se ha calentado en el aparato que vamos á describir: se pone en un matraz carbonato de barita que represente un peso de agua mineral, ó bien la misma agua mineral, y se hace caer gota á gota ácido sulfúrico, despues se calienta el agua condensada y por medio de un tubo lleno de cloruro cálcico se retienen los vestigios del agua desprendida. Habiendo pesado con mucha exactitud el aparato total (por lo que es mucho mejor que sea pequeño) antes y despues; como solo el ácido carbónico ha podido desprenderse, la pérdida que se tenga debe representar este ácido. Debemos decir que es difícil el peso exacto si se deposita humedad en la superficie de los vasos á menos que no se opere con mucha rapidez y además pueden quedar en el cloruro de calcio vestigios sensibles de ácido carbónico. Este procedimiento puede pues dar lugar á alguna incertidumbre en los resultados.

Sobre el mismo principio está fundado el aparato que recomiendan MM. Fresenius y Saac, cuando las bases forman con el ácido sulfúrico una sal insoluble que es el caso que ahora se presenta.

Se compone de dos balones que comunican por un tubo de dos brazos que se sumerje en el líquido del segundo balon. En el primero entra otro tubo adelgazado por su estremidad inferior y terminado por la superior en una bola que tiene un estremo acabado en punta, la cual se tapa con un pedacito de cera blanda. Hé aquí como se verifica la operacion. Se pone en el primer balon el carbonato de barita procedente del agua mineral, se añade agua destilada y despues se introduce un poco de ácido nítrico en la bola del tubo. La cera blanda que tapa el estremo de esta, impide que caiga el ácido. La punta del tubo del primer balon debe llegar al nivel del líquido. Se pesa el aparato, se sumerje este tubo hasta que su estremo llegue casi hasta el fondo del balon, se quita el tapon de cera y cae poco á poco el ácido nítrico sobre el carbonato de barita. Cuando la descomposicion es total, se calienta el primer balon en agua caliente para desalojar el ácido carbónico: se quita el tapon y por el tubo de seguridad que tiene el otro balon se hace entrar una corriente de aire para acabar de hacer desaparecer todo el

gas. Volviendo á poner el tapon de cera, se deja enfriar, se pesa y la diferencia de peso indica el del ácido carbónico.

Algunas veces el agua analizada está muy cargada de ácido carbónico y hay precision de sujetar los tapones con bramantes además del lacre; en este caso forma espuma inmediatamente que se destapa la vasija y una parte del gas se escapa y se pierde. Cuando hay que analizar esta clase de aguas, es ventajoso emplear un tirabuzon hueco que tiene una llave, en su parte inferior varios agujeros y en la superior forma una especie de alargadera á la que puede adaptarse con un tubo de goma elástica el de un aparato que sirva para recojer los gases. La parte en que están los agujeros debe entrar debajo del tapon sin sumerjirse en el líquido. Hace muchos años que M. Fontan ha empleado este tirabuzon para la análisis de ciertas aguas gaseosas. Para usarle, se introduce en el tapon de una botella que contenga agua mineral, cuidando de no producir desgarraduras ni fugas y se adapta por el otro estremo un tubo de bolas de Liebig, lleno de amoniaco puro diluido ó un aparato con agua cargada de cloruro de bario y amoniaco: el todo termina en una bombita aspirante: se abre entonces la llave del tirabuzon é inmediatamente se ve que el gas carbónico se escapa espontáneamente por su espansion: cuando ha cesado este primer desprendimiento se produce de nuevo haciendo jugar la bomba un poco. Por último para terminar la operacion como no hay inconveniente entonces en destaparlo, se añade ácido al líquido, se calienta, y todo el gas, particularmente el de los bicarbonatos, viene á reunirse con el ya absorvido: el líquido amoniacal del tubo de bolas se mezcla con el del cloruro barítico, se obtiene un depósito, que se recoje y se calcina despues de lavado. Su peso tomado exactamente produce el del ácido carbónico (V. mas adelante).

Determinacion del ácido carbonico libre.

En los ensayos que preceden hemos apreciado *todo el ácido carbónico* contenido en una agua, bien estuviese *libre* ó *combinado* y hemos visto que por medio de esperiencias separadas que á su tiempo detallaremos, se llega á calcular ambos. Con frecuencia puede ser ventajoso conocer solo la proporcion del que existe en *estado de libertad*. Para conseguirlo se emplearán los dos procedimientos que vamos á describir.

Primer procedimiento.

Se funda sobre los hechos interesantes, reconocidos y observados bien por M. Buignet (1), de que en las aguas minerales naturales el *ácido no combinado* puede desprenderse espontáneamente en el vacío, mientras que el que existe en *estado de bicarbonatos, con la sosa, la cal y la magnesia*, queda fijo.

Partiendo de estes datos, hemos empleado la bomba de Gay-Lussac, reuniéndola á un sistema de frascos de Woulf, ó de tubos de bolas llenos de amoniaco puro diluido, ó de cloruro de bario y amoniaco, y que comunican con el agua mineral acídula gaseosa, ya directamente, ya por intermedio del tirabuzon de llave de que hemos hablado hace poco.

Se hace obrar la bomba mientras se observe que hay desprendimiento gaseoso; y cuando ha cesado, se recoge el *carbonato de barita* formado, y se deduce el ácido que representa su peso, que es el *ácido carbónico libre*.

(1) Memoire lu á l'Academie de medecine *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1855, t. XXX, p. 321.

Segundo procedimiento.

Este procedimiento ideado por M. Buignet nos parece preferible por su sencillez y la exactitud de sus resultados. Nada nos parece mejor que reproducir aquí las palabras del autor para describirle:

«El aparato mas conveniente, dice este químico, es el que se emplea en »los gabinetes de física para determinar la fuerza elástica del vapor en»tre 0.° y 100.° centígr.; con la diferencia de que los tubos de que se com»pone tienen mayor diámetro y que están graduados en centímetros cúbicos »en toda su longitud. Se introduce mercurio en el tubo de ensayo hasta $\frac{9}{10}$ de »su altura, y se acaba de llenar con un peso conocido de agua mineral: bas»tan 20 cent. cúbicos. Se vuelve en seguida boca abajo el tubo sobre el »mercurio, teniendo cuidado de operar con bastante rapidez y á una tempe»ratura tambien bastante baja, para que no se pierda nada del gas conte»nido en el agua; despues se deja todo en reposo hasta que el desprendi»miento haya cesado completamente. Cuando se ha llegado á este resultado, »lo que exije cuando más una ó dos horas, se agita ligeramente la columnita »de agua, para estar bien seguros de que se halla en estado de saturacion, y »al cabo de algunos minutos, cuando se ha restablecido de nuevo el equili»brio, se procede á las observaciones.»

El gas recojido es ácido carbónico puro, ó tal vez mezclado con un poco de ázoe ó de aire. Es fácil averiguarlo poniendo un pedacito de potasa fijado en un corcho delgado dentro de la campana: la absorcion indica el volúmen del ácido real. Ahora es preciso, empleando las tablas de Bunzen, determinar cuanto ácido carbónico retienen los 20 centímetros cúbicos de líquido, bajo una presion determinada y temperatura conocida; con cuyas indicaciones se tiene la suma del ácido carbónico desprendido y disuelto, que representan todo el ácido que existe libre en una cantidad pesada del agua mineral que se ensaya.

Hé aquí esta tabla.

Acido carbónico á $= 1{,}7967 - 0{,}07761\ t + 0{,}001624\ t^2$

Temperatura.	Coeficiente.	Diferencia.	Temperat.ª	Coeficiente.	Diferencia.
0.°	1,7956		11.°	1,4516	0,0431
1	1,7207	0,0760	12	1.1018	0,0398
2	1,6481	0,0726	13	1,0653	0,0365
3	1,5787	0,0694	14	1,0321	0,0332
4	1,5126	0,0661	15	1,0020	0,0301
5	1,4497	0,0629	16	0,9753	0,0267
6	1,3901	0,0596	17	0,9519	0,0234
7	1,3339	0,0562	18	0,9318	0,0201
8	1,2809	0,0530	19	0,9150	0,0168
9	1,2311	0,0498	20	0,9014	0,0136
10	1,1847	0,0464			

Segun M. Buignet puede emplearse la fórmula siguiente para calcular la totalidad del gas libre:

$$V = V' \frac{H}{760\,(1+\alpha t)} + v\omega \frac{H'}{760}$$

«Representando V el volúmen total del gas libre á 0.° y á 0,° 76; »V' el volúmen del gas desprendido antes de las correcciones: H la presion »á que se encuentra en el interior del tubo; v el volúmen de la columnita »de agua mineral; ω el coeficiente de la solubilidad del ácido carbónico »por la temperatura, H' la presion del gas que existe en solucion en el »agua.»

Adquiridos estos datos, si se quiere conocer la proporcion del *ácido carbónico* combinado, se introducirá bajo el mercurio y en el líquido cierta dosis de ácido clorídrico, se hará reaccionar despues y se determinará de nuevo el ácido carbónico producido, teniendo en cuenta lo que acabamos de decir respecto de la cantidad que queda disuelta en el agua. Esta proporcion total representará el ácido unido en *bicarbonatos*, y servirá para comprobar los resultados obtenidos para la determinacion posterior de estas sales.

En los ejemplos números 1, 2, 3, que hemos puesto se debera tener:

Acido carbónico total.	3,96	1,75	1,95
Por, Carbonato de barita.	17, 7	7,81	9,61
ó	ó	ó	ó
Acido carbónico libre gaseoso. . .	0,99	0,99	0,99
Acido carbonico libre que queda disuelto.	0,11	0,11	0,11
Acido carbónico de los bicarbonatos.	2,86	0,65	0,85
	3,96	1,75	1,95

Por último, M. Abich (1) ha propuesto tambien el aparato siguiente para determinar el ácido carbónico libre en las aguas minerales. Consiste en un cilindro ó tubo de vidrio graduado, cerrado por una estremidad, y en cuyo cuello ajusta un buen tapon atravesado por dos tubos rectos, de los cuales el primero que por el estremo superior sobresale un poco del tapon, penetra hasta el fondo del tubo; y el segundo, que es casi de la misma longitud, corre á frote por el tapon, y sube ó baja como se desea. Por medio de un ensayo preliminar se averigua cuánta disolucion de cloruro de bario amoniacal se necesita para precipitar todo el ácido carbónico en un volúmen de agua igual á la capacidad del cilindro: y con este objeto se echa una cantidad algo mas que suficiente, midiéndolo con una escala graduada. Entonces se saca el segundo tubo hasta que su estremidad inferior se halle muy próxima el tapon, y se sumerge el aparato en el manantial todo lo mas que se pueda, de modo que el otro tubo quede todavía visible en la superficie del líquido. Cuando el agua mineral llega al cilindro, todo su ácido carbonico libre, al mismo tiempo que el de los carbonatos y bicarbonatos, se encuentra precipitado completamente sin que haya ninguna pérdida.

Se practica una esperiencia aparte para determinar la cantidad de ácido carbónico contenido en los carbonatos ó mejor en los bicarbonatos, y restándola del ácido total, tendremos la cantidad del que existe en estado libre.

Valuacion de los bicarbonatos.

Habiendo concluido la determinacion precisa del ácido carbónico contenido en las aguas *minerales acídulas bicarbonatadas*, nos resta averiguar la

(1) *Annales de chimie et de phyaique*, 2.ª série. 1837, t. LXVI, p. 438.

proporcion de los bicarbonatos que tambien las mineralizan. Esta determicion puede efectuarse sin dificultades.

Núm. 1. Agua acídula bicarbonatada sódica.

Para este efecto se añade al líquido un ligero esceso de ácido acético, en seguida se concentra unos $\frac{7}{8}$ poco mas ó menos, y generalmente se ve producirse un *depósito silíceo*: despues de haberle recojido con cuidado, se añade al líquido cerca de su volúmen de alcool, y se filtra en caliente. El menstruo alcoólico favorece la precipitacion de las diferentes sales, *sulfatos*, *fosfatos*, y tambien de la *sílice*. No nos ocuparemos mas que de esta sustancia, para volverla á hallar despues de la solucion en el agua acidulada, y añadirla el peso de la que ya se ha separado. Sea la sílice total=0,06.

Se evaporará con cuidado y hasta sequedad el líquido alcoólico filtrado, se calcinará entonces muy fuertemente el residuo obtenido *para transformar los acetatos en carbonatos alcalinos*. Verificada esta calcinacion se añadirá una cantidad muy pequeña de agua y bastante alcool caliente con objeto de separar los cloruros que pueden acompañar á las sales que se buscan y que se vuelven entonces insolubles. Se deberán disolver de nuevo en agua, filtrarlos y evaporarlos enteramente hasta sequedad: su peso conducirá á representar los *bicarbonatos primitivos* y tendremos la sosa y la potasa que contienen, empleando los medios ya propuestos (V. páginas 242 y 273. *Mezclas de sosa y de potasa*).

Debemos tener pues en este ejemplo:

Carbonatos de sosa y de potasa, peso total. . .		3,18
Carbonatos aislados. .	Carbonato de sosa. .	2,70
	Carbonato de potasa. .	0,38

de donde:

Bicarbonatos. . . .	De sosa.	4,20
	De potasa.	0,50

Se tendrá cuidado no obstante de apreciar la proporcion de *silicatos* por la de *sílice* 0,06 obtenida durante la operacion.

Núm. 2.—Agua acídula bicarbonatada cálcica.

En la análisis cuantitativa de esta clase de agua nos hemos propuesto facilitar directamente la separacion de los *carbonatos* y *silicatos térreos*, privándoles del ácido carbónico que los tiene en disolucion. Para conseguirlo saturaremos este ácido con una base poco enérgica, la *magnesia*, añadida en peso determinado.

Por ejemplo, en un litro de agua pondremos cinco gramos de magnesia pura, recien calcinada y lo dejaremos en contacto por algun tiempo, agitando con frecuencia la mezcla.

Cuando se ha filtrado, se separa un depósito blanco que es preciso analizar; la parte líquida contiene casi todos lo demás elementos mineralizadores estraños á los bicarbonatos y un poco de magnesia disuelta que se calcula aparte.

El depósito en cuestion contiene particularmente los carbonatos de cal y de magnesia del agua, primitivamente bicarbonatos y que quedan insolubles por la saturacion del ácido carbónico *libre escedente* por medio de la magnesia añadida, y se encuentra tambien el esceso de esta magnesia lo mismo que la sílice ó el silicato calizo. La separacion de los carbonatos tér-

reos se verifica empleando el ácido clorídrico y alcool (V. las mezclas de cal y de magnesia, pág. 272 y 273) y tendremos así:

1.° Por 0,55 de cloruro cálcico resulta: el carbonato 0,496, y de aquí el bicarbonato 0,637: 2.° por 0,125 de magnesia se halla (descontando la añadida) 0,26 de carbonato y despues 0,4 de bicarbonato de magnesia.

La magnesia no puede descomponer los *sulfatos*, *azoatos* ó *cloridratos* que pueden existir al mismo tiempo en el agua mineral y si se halla una pequeña cantidad que pueda quedar soluble se añadirá como complemento de los cinco gramos agregados de intento.

Los silicatos y fosfatos de cal y el óxido de hierro quedarán insolubles en alcool.

Núm. 3.—Agua acídula bicarbonatada sódico-cálcica.

Aquí tendremos que aplicar los dos medios de que acabamos de hablar para determinar la proporcion de los bicarbonatos.

Así se añadirán al agua mineral cinco gramos de magnesia calcinada para verificar la precipitacion de los carbonatos térreos como en el ejemplo número 2 y despues se practicará la análisis por los métodos que hemos descrito.

En cuanto al líquido filtrado, se acidula con un esceso de ácido acético y se repite exactamente el procedimiento indicado en dicho ejemplo núm. 1, (V. mas adelante).

Los resultados conducirán á lo siguiente:

Cloruro cálcico.	0,275		0,40
Magnesia (fuera de los cinco gr. añadidos).	0,0625	ó bicarbonatos	0,20
Potasa.	0,258		0,50
Sosa.	1,31		3,50

El ácido *carbónico libre* se determina aparte en los ensayos que hemos detallado anteriormente.

Aguas acídulas sulfúricas y boricas.

Estas aguas solo se conocen en algunas localidades, las primeras en la América del Sur, en que constituyen los rios llamados Rio Vinagre y Páramo de Ruiz y las segundas en los *lagoni* de Toscana. Pueden apreciarse añadiéndoles carbonato de cal seco.

Agua acídula sulfúrica.

Tomando un peso determinado de agua, introduciéndole en un balon provisto de tubos y de un aparato apropósito para recojer ácido carbónico, si se añade carbonato cálcico y se calienta, se obtiene este ácido carbónico cuya proporcion puede conducir á la del ácido libre disuelto en el agua:

Así supongamos que por cada un litro se haya obtenido:

Acido carbónico desprendido. 0,01

cuya cantidad corresponde á

Cal. 0,127

y de aquí á:

Sulfato de cal. 0,308

es decir á

Acido sulfúrico libre. 0,181

Agua acídula borica.

Podria operarse sin duda del mismo modo reemplazando el carbonato

de cal por el de barita, hirviéndolo y recogiendo el gas carbónico para calcularle; sea:

Acido carbónico desprendido. 0,025

tendremos entonces:

Barita. 0,0869

que puede representar:

Borato barítico (BoO + 2BaO). 0,147

ó

Acido bórico. 0,06

Por lo demás estos ejemplos de análisis son raros y solo hemos hablado de ellos para que nuestro artículo sea lo mas completo posible.

Aguas ferruginosas.

Es muy comun en muchos paises la existencia de aguas minerales que deben sus propiedades químicas y médicas á la presencia del *hierro* y que por esta razon se llaman *aguas ferruginosas*.

Estas aguas, designadas antes con el nombre de *aguas marciales* tienen caractéres enteramente especiales acerca de los cuales es imposible equivocarse. Están perfectamente claras en el punto en donde brotan, pero no tardan en enturbiarse por su esposicion al aire, irisar en su superficie y producir depósitos rojos, ocraceos mas ó menos abundantes. Estos depósitos se reconocen en el trayecto de las aguas ferruginosas, á lo largo de las regueras y en los vejetales que crecen en las orillas y son indicio infalible de la presencia del hierro en estas aguas. Su sabor es *atramentario*, algunas veces estíptico como el de la tinta y su olor poco sensible, parecido no obstante, al de los compuestos de hierro.

En cuanto á sus reactivos hay algunos muy especiales: el *ácido tánico* ó los compuestos que le contienen, producen en las aguas ferruginosas un color unas veces de *heces de vino*, *otras violado* ó tambien *azul negruzco*; los *ferrocianuros rojo* y *amarillo de potasio* dan precipitados azules inmediatamente ó blancos que pasan á azules espuestos al aire. El primero indica siempre las *protosales*, el segundo las *sesquioxisales*. El sulfocianuro de potasio, les da un color rojo carmesí: los sulfuros un precipitado negro ó agrisado; el ácido sulfídrico mezclado con bicarbonato calizo un depósito tambien negro: el cloruro de oro en algunas aguas de este género determina un color púrpureo violaceo de oro reducido: por último la *potasa*, la *sosa* y el *amoniaco* producen magmas verdosos que por el contacto del aire ó de sustancias oxígenantes se vuelven verde oscuros y despues rojo ocráceos.

Segun se ve no hay ninguna otro género de aguas que presente semejantes caractéres.

Las aguas ferruginosas, con muy corto número de escepciones, son frias pues que su temperatura varía entre 10 y 14° centígr. y en general se las ve salir de terrenos terciarios poco antiguos, de los que toman muchos de sus elementos mineralizadores.

El hierro que se encuentra disuelto en las aguas de que hablamos no existe generalmente mas que en cantidades sumamente pequeñas, lo mas comun es gr. 0,07; gr. 0,05; gr. 0,03 ó menos todavía por litro, y sin embargo, en este último caso los caractéres especiales son tambien muy sensibles y muy fáciles de reconocer. Los estados de combinacion en que se presenta el elemento ferruginoso son bastante distintos: unas veces se halla en estado de *carbonato acídulo*, otras en el de *sulfato ferroso* ó *férrico* y por último unido á una materia orgánica producida por el humus (ácido crénico) constituyendo lo que se llaman *crenatos de hierro*.

Estos diversos estados pueden constituir entonces tres categorías de aguas ferruginosas de las que pondremos los ejemplos siguientes:

Núm. 1.—Agua acídula bicarbonatada ferrosa.

Acido carbónico libre.		0,50
Bicarbonato de protóxido de hierro.		0,07
Bicarbonatos térreos.	Indeterminados aquí.	
Sulfato calizo.		
Cloruro de sodio.		
Cloruro de magnesio.		
Acido silícico.		

Núm. 2.—Agua sulfatada ferrosa.

Acido carbónico libre		0,00
Sulfato ferroso.	. . .	1,10
Sulfato férrico.		
Sulfato calizo.	Indeterminados aquí.	
— de magnesia.		
— de alúmina.		
— de sosa.		
— de amoniaco.		
Acido silícico.		

Núm. 3.—Agua crenatada ferrosa.

Acido carbónico libre.		0,30
Protocrenato de hierro.		0,04
Crenato de potasa.	Indeterminados aqui.	
Bicarbonatos térreos.		
Sulfato calizo.		
Acido silícico.		

Es sabido que algunas aguas ferruginosas contienen á la vez *sulfato, crenato, bicarbonato ferroso,* además de otros muchos elementos mineralizadores que pueden agregarse á estos: y por último algunos tales como el *arsénico,* el *manganeso,* el *cobre,* la *alúmina,* el *amoniaco, etc.*, que mencionaremos particularmente mas adelante, acompañan tambien á los compuestos ferruginosos. Al ocuparnos de la dosificacion de los elementos presentados en estos tres ejemplos no nos referiremos mas que al hierro, en cuanto á los demás nos remitimos á los procedimientos que ya hemos indicado en las aguas anteriores *salinas, silicatadas* y *bicarbonatadas, etc.*

Así, supongamos que se haya determinado aparte el *ácido carbónico libre* ó el de los *bicarbonatos*; el *ácido sulfúrico* de los *sulfatos*, el *cloro* de los *cloruros* y la *sílice*; lo mismo que las bases *caliza, magnesiana, sódica, etc.*

Núm. 1.—Aguas acídulas bicarbonatadas ferruginosas.

Las aguas de esta clase no están muy cargadas de ácido carbónico libre; á escepcion de las de Orezza en Córcega: por otra parte, pierden con facilidad este gas, lo que contribuye á privarlas del hierro que las mineraliza. Cuando se hierven al aire libre se las ve primero formar irisaciones y despues enturbiarse y producir un depósito ocráceo amarillo ó de color de mahon: filtrando entonces el agua no presenta por lo comun ningun vestigio de principio ferruginoso en solucion.

Dosificacion del hierro.

Primer procedimiento.

Se toma un peso determinado del agua mineral, 8 ó 10 litros, operando en cuanto sea posible en la misma fuente, porque si se envian lejos estas aguas casi siempre llegan privadas del hierro cuya mayor parte se precipita, sin que pueda saberse en esta circunstancia si existia cuando se cojieron completamente disuelto ó si se ha tomado el líquido ya alterado Algunos farmacéuticos y particularmente M. Gentilhomme en Plombieres han tenido la feliz idea de cargar artificialmente las aguas de esta clase de ácido carbónico como la de la fuente Bourdeille y han podido mantener entonces el carbonato ferroso en disolucion persistente.

Se añade pues al agua trasparente anterior un lijero esceso de sosa pura y el depósito se airea fuertemente agitándole ó poniéndole en contacto con una corriente de cloro ó de oxígeno. Cuando se cree que todo el hierro ha pasado al estado de *sesquióxido*, es preciso tratarle en primer lugar con agua cargada de ácido carbónico que aisla la cal, la magnesia y el fosfato calizo si se encuentran en ella: y en segundo lugar con la sosa en gran esceso para separar la alúmina; despues de lo cual se lava, queda el sesquiósido férrico y se pesa despues de haberle calcinado.

100 de sesquióxido de hierro. = bicarbonato de protóxido de hierro... 199,9.

Segundo procedimiento.

En vez de pesar el precipitado de óxido férrico, lo cual puede tener inconvenientes si retuviese algunos restos de alúmina ó de sílice, preferimos el método siguiente que es por otra parte mas rápido. Para ejecutarle, se precipita tambien el agua muy clara con un esceso de sosa pura, se hace pasar un poco de cloro por el depósito recojido á fin de reducirle como acabamos de decir al máximum de oxidacion y se deja que se forme y reuna para recojerle sin pérdida despues de bien lavado. En este estado de sobreoxidacion se disuelve el producto en ácido clorídrico puro y tendremos un líquido claro que es preciso procurar sobre todo que apenas este ácido: esta solucion diluida en bastante cantidad de agua se mezcla con sulfato de sosa ó con cloruro de sodio bien privados de hierro y se echa entonces poco á poco por medio del alcalímetro ó de una bombilla graduada en centímetros cúbicos una solucion de ferrocianuro amarillo de potasio á $\frac{1}{40}$ continuando añadiéndola hasta que se produzca un *precipitado* ó un *color azul*. La cantidad de divisiones de dicho líquido, que se han empleado con este objeto conduce á conocer exactamente la proporcion de *sesquióxido de hierro*: en efecto, sabemos por los ensayos hechos aparte para esta dosificacion que 10 céntim. cúbicos representan gr. 0,0428 de sesquióxido de hierro, ó gr. 0,0385 de protóxido, lo que da gr. 0,08537 de bicarbonato ferroso.

En el ejemplo que hemos citado tendriamos:

Sesquióxido de hierro gr. 0,043 para bicarbonato de protóxido, gramos 0,07.

Núm. 2.—Aguas sulfatadas ferrosa y férrica.

Cuando existe el hierro formando sulfatos, se encuentra generalmente

en estado de *protosal* y aun algunas veces en el de compuesto mas oxigenado. Entonces presenta el agua con los reactivos y por la simple inspeccion de los sentidos los mismos caractéres de que acabamos de hablar aunque no tan intensos. Siendo en general mucho mayor la proporcion del elemento ferruginoso, se concibe que las reacciones sean mas marcadas, así los ferrocianuros amarillo y rojo de potasio determinan inmediatamente precipitados azules: además la potasa añadida gota á gota produce un depósito abundante rojizo y despues otro *verdoso*.

Calentadas al aire libre las aguas *ferruginosas sulfatadas* dejan aparecer un precipitado ocráceo que la análisis da á reconocer como *sub-sulfato férrico*. En efecto, este precipitado recojido y lavado con cuidado, disuelto en ácido clorídrico caliente, da con la sal de barita un precipitado mas ó menos abundante de *sulfato barítico* y queda constantemente en disolucion en el líquido claro enfriado sulfato ácido de sesquióxido de hierro: con las aguas bicarbonatadas como se ha indicado, el metal se separa en totalidad y el agua filtrada no presenta mas vestigios de él.

La análisis de estas aguas se verifica por una parte dosificando la totalidad del *hierro* por los métodos que acabamos de describir y por otra determinando el que existe en estado de *protosulfato* y de *sesquisal*. Esto se consigue con el aparato de M. Margueritte (1) y por el método que consiste en echar gota á gota en el agua vírgen una solucion graduada de *hipermanganato de potasa de color de rosa*, hasta que desaparezca el color.

Esta solucion se efectúa del modo siguiente:

Es sabido que el reactivo no puede obrar mas que sobre el *protóxido ferroso* disuelto, reduciéndose para oxidarle y que no obra sobre el sesquióxido férrico.

Ahora bien del número de divisiones empleadas con este objeto se deduce la proporcion del protóxido y como se conoce el peso del hierro total se llega fácilmente, por la diferencia, al que existe en forma de *sesquióxido* y por consiguiente de sulfato en uno y en otro estado.

Supongamos que se haya obtenido 1.° *sesquióxido de hierro* gr. 0,57 total; y 2.° que se haya reconocido por la sal de M. Margueritte que hay gr. 0,4 de protóxido. Tendremos pues:

Sesquióxido de hierro. . . .	0,17	para sulfato férrico. . .	0,34
Y protóxido de hierro. . . .	0,40	para sulfato ferroso. . .	0,764

Con objeto de no impedir la investigacion de los elementos mineralizadores estraños al hierro, se puede agitar el agua *sulfatada ferruginosa* con un esceso determinado de magnesia cáustica, recojer el depósito en que se dosificará el hierro, mientras que el líquido contendrá los demás sulfatos preexistentes y el de magnesia formado.

El ácido sulfúrico de los diversos sulfatos se valuará por la sal de barita como se ha repetido muchas veces; y en el ejemplo de que hablamos las cantidades de las demás sales se determinarán por los métodos tambien descritos (V. *Aguas salinas*).

Asi el *amoniaco* por destilacion, y la *alúmina* por su precipitacion por medio del carbonato de amoniaco y su disolucion por la potasa pura etc.

En una agua ferruginosa descubierta á las puertas de París, en Auteuil y que uno de nosotros ha analizado (2) la proporcion de alúmina y del protóxido de hierro se ha hallado en una relacion análoga al alumbre á saber:

$$3SO^3Al^2O^3 + SO^3FeO.$$

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, 1846 t. XVIII, p. 244.
(2) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1851. t. XX. p. 23.--*Bulletin de l' Academie de medecine*. 1850-51 t. XVI. p. 872

Tal vez, hemos dicho, habrá un estado particular de combinacion del hierro que produzca una sal doble dotada de propiedades médicas especiales.

Núm. 5.—Aguas crenatadas ferruginosas.

Las aguas ferruginosas se forman algunas veces en terrenos de naturaleza turbosa como se ve en Forges-les-Eaux en Normandía, en la fuente Bourdeille de Plombieres, en Saint Denis-les-Blois (Lois y Cher) en el Lago Villers cerca de Besanzon etc. En este caso suele suceder como ya hemos dicho respecto de la formacion de algunos hierros limosos, que las materias orgánicas del humus obrando como agentes reductores sobre el sesquióxido de hierro le reducen al estado de protóxido combinándose con él para dar orijen á nuevos compuestos *ferrosos* solubles en agua, sobre todo á favor del ácido carbónico. Estas materias orgánicas sobre las que ya hemos hablado en los capítulos anteriores, funcionan pues como verdaderos ácidos; se conocen con los nombres de ácidos *crénico* y *apocrénico*, y su orijen parece provenir principalmente del humus. Al ilustre Berzelius se debe su descubrimiento y reconocimiento, que, sin embargo, es preciso confesar que todavía dejan mucho que desear.

Es sabido no obstante, que estos ácidos orgánicos pueden unirse fácilmente con las bases alcalinas térreas y metálicas propiamente dichas, y que con el hierro constituyen aguas particulares designadas con el nombre de *crenatadas ferruginosas*. Deberemos añadir que casi todas las aguas férricas contienen proporciones pequeñísimas de estos compuestos; porque el menor vestigio de estos ácidos orgánicos se combina con los óxidos de hierro inmediatamente que los halla á su paso, lo que sucede en las capas mas próximas al terreno en que se descubre siempre humus. En la clase de que tratamos, la *combinacion ferrosa orgánica* es bastante capital para caracterizar el agua que mineraliza.

Además de los caractéres propios del hierro que presentan como las anteriores, estas aguas crenatadas forman con el azoato de plata un precipitado ó un *color de púrpura* muy hermoso y con frecuencia muy intenso.

Por otra parte aunque el crenato de protóxido de hierro sea de suyo soluble en el agua, su solubilidad se favorece sobre todo por la presencia de una corta cantidad de ácido carbónico que parece acompañarle siempre é ir unido á su formacion.

Cuando se calientan estas aguas en contacto del aire ó se dejan espuestas á él, se enturbian y quedan completamente privadas del compuesto orgánico ferruginoso que se deposita entonces en forma de un precipitado rojo ocráceo sobreoxidándose; el *sesquicrenato* que se forma en este caso no es soluble en agua. Este producto se encuentra sobre todo en los depósitos naturales formados en el fondo de las pilas ó en las regueras de desagüe de las fuentes y de él pueden estraerse con facilidad los ácidos crénico y apocrénico para caracterizarlos lo mejor posible.

Crenatos y apocrenatos.

En general las combinaciones de los ácidos *crénico* y *apocrénico* con el *hierro sesquioxidado*, con la *cal*, la *alúmina* y la *magnesia* son insolubles ó poco solubles en agua, mientras que con la *sosa*, la *potasa* y el *amoniaco* se disuelven muy bien y dan lugar á líquidos amarillentos ambarinos. Las primeras tratadas á un calor suave con la potasa ó la sosa se descomponen produciendo soluciones amarillas ó pardas y forman como los crenatos natu-

rales alcalinos, añadiéndoles ácidos clorídrico ó acético diluidos en agua, copos agrisados ó parduscos que son los dos ácidos orgánicos de que hablamos.

Cuando se trata pues, de analizar una agua crenatada se debe concentrar una gran cantidad de ella si no se opera sobre depósitos naturales, y recojer los precipitados ocráceos formados. El líquido filtrado contiene con frecuencia un *crenato* de base de álcali soluble, es amarillento en este caso y tratado con un ácido añadido con precaucion, forma copos de color gris sucio, de naturaleza orgánica. Si se opera sobre un precipitado ocráceo, despues de haberle recojido y secado se pesa y se calienta en un matraz con sosa diluida y en este caso se forma un magma de sesquióxido de hierro cuya cantidad se obtiene, se lava y se calcina. El líquido descompuesto por medio del ácido diluido deja precipitar copos que recojidos con cuidado pueden secarse y pesarse, cuyo resultado conduce aproximadamente solo al peso de la materia orgánica que no es completamente insoluble en agua.

Puede no obstante estudiarse esta materia por los métodos siguientes:

Seca, tiene con frecuencia el aspecto de productos silíceos agrisados, ó bien es parda y amorfa: el alcool hirviendo la disuelve produciendo un soluto pardo que evaporado deja un cuerpo negruzco friable que se descompone al fuego desprendiendo productos empireumáticos azoados. La solucion alcoólica añadida á líquidos cargados de cloruro férrico ó de calcio y de azoato de plata da lugar á precipitados rojos, amarillentos ó pardos, que pueden volverse violáceos; por último echada en algunos acetatos de cobre produce tambien precipitado pardo verdoso.

Esta materia representa los dos ácidos *crénico* y *apocrénico*, pareciendo que este último se forma por la oxigenacion del primero y ambos se aproximan á los productos derivados del humus.

Los caractéres de estos dos ácidos orgánicos, aunque mal conocidos todavía, se resúmen del siguiente modo.

1.° El ácido crénico seco en el vacio es de color amarillo bajo, incristalizable, soluble en agua y en alcool, trasparente, duro y friable: su sabor es primero ácido y despues astringente. Satura sensiblemente las bases y produce con los álcalis sales solubles en agua, insolubles en alcool; y productos insolubles con la cal, la barita, el óxido de plata ó de cobre, el sesquióxido de hierro, etc. Las soluciones alcalinas le convierten en apocrenatos por su esposicion al aire.

2.° El ácido apocrénico es pardo, poco soluble en agua, mas soluble en alcool anhidro y de sabor muy astringente. Sus combinaciones salinas son tambien insolubles con las bases metálicas y térreas, solubles con los álcalis y muy pardas.

Ambos desalojan al ácido acético por la evaporacion.

Acidos crénico y apocrénico.

Berzelius ha indicado para obtener estos dos ácidos el medio que vamos á describir. Despues de hervir por espacio de media hora con potasa diluida el depósito ocráceo de ciertas fuentes, se filtra, se sobresatura con ácido acético y despues se añade acetato de cobre que produce un precipitado pardo oscuro de *apocrenato de cobre*, a'. El líquido filtrado de nuevo se satura con un ligero esceso de carbonato de amoniaco y se mezcla tambien con acetato de cobre hasta que no se forme mas depósito blanco verdoso con auxilio de un calor suave, que es el *crenato cúprico*, b'.

Aislados estos dos productos a' y b' se diluyen en agua y se tratan con ácido sulfídrico: los líquidos separados por filtracion se evaporan por separa-

do en el vacio, se tratan con alcool que aisla cierto crenato térreo y despues se evaporan de nuevo en el vacio hasta sequedad.

Se puede apreciar el peso de estos dos ácidos que muchos autores consideran como azoados, mientras que Mulder no participa de esta opinion sino que mira el azoe como producido por una sal amoniacal que acompaña á los compuestos orgánicos, en lo que no conviene Mr. Gerhardt.

Segun M. Mulder, el ácido crénico será $C^{24}H^{24}O^{16}$ y el *ácido apocrénico* $C^{48}H^{24}O^{24}2HO$. Segun otros químicos tendremos *ácido crénico* $C^{7}H^{16}NO^{6}$, y *ácido apocrénico* $C^{14}H^{14}N^{3}O^{5}$ (1).

Seguramente hay nuevas investigaciones que hacer sobre estos productos que tienen alguna importancia en su asociacion con el hierro bajo el punto de vista de la terapéutica, porque ellos facilitan la absorcion de este metal por la economía animal.

Yoduro de hierro básico (sub-yoduro).

Entre los compuestos férricos que se encuentran en las aguas ferruginosas no debemos pasar en silencio uno, del cual forma parte el yodo, y que algunos químicos (Chatin, Gonod) dicen que existe en ellas con mucha frecuencia. ¿Está formado secundariamente por reacciones entre las sales de hierro y los yoduros solubles, ó aparece primitivamente en las aguas? No sabemos nada acerca de esto; nos basta demostrar su existencia. Para ello, se toman los depósitos insolubles que le contienen, se pesan en estado seco, y se hierven con un licor de potasa muy pura ensayada de antemano. El producto concentrado, tratado por el alcool, filtrado y evaporado manifiesta la presencia del yodo por medio de los reactivos propios de los compuestos yódicos. Si se trata de determinar su peso, será útil operar sobre una cantidad algo considerable de depósito, y despues dosificar el *yodo* en yoduro *de plata*, ó por el *cianuro* y el *hierro* por los métodos prescritos anteriormente.

Manganeso.

El manganeso acompaña tambien con frecuencia al hierro en las aguas ferruginosas; pero en la mayor parte de los casos solo se encuentran pequeñísimas proporciones. Sin embargo, algunas veces, como tenemos pruebas de ello en las aguas de Luxeuil (Vosgos) y de Cransac (Aveyron), la cantidad de este manganeso que existe al lado del hierro es relativamente bastante considerable, para que sea racional designar las aguas con el nombre de *ferro-manganesianas*. El estudio médico de los compuestos manganesianos debe dirijirse á buscar en las aguas, no solo la existencia del metal que nos ocupa, sino tambien la proporcion en que se encuentra. Al tratar de las aguas de Cransac hemos llamado la fuente baja *agua sulfatada ferro-manganesiana*: en cuanto á las de Luxeuil, aunque todavía se ignore positivamente en qué estado de combinacion está el manganeso al lado de ciertos productos baríticos reconocidos en ellas, y no se vean desprender en las pilas de las fuentes burbujas sensibles de ácido carbónico, no dejan de ser tambien aguas realmente *manganesianas*.

Dosificacion del manganeso.

Se conocen muchos métodos para dosificar el *manganeso*, y aislarle del hierro que le acompaña en algunas aguas ferruginosas. Citaremos solamente algunos.

(1) Gerhardt. *Traité de chimie organique*. 1854. t. II. p. 572.

Primer procedimiento.

Recojida y pesada la mezcla de estos dos metales en estado de óxidos, se calienta muy fuertemente en un crisol de porcelana con potasa (dos partes) y clorato de esta base: por resíduo queda un producto de hermoso color verde que se debe tratar con agua destilada caliente, á cubierto del aire, en un frasco estrecho tapado herméticamente. Se deposita el sesquióxido de hierro, y despues de recojido, lavado y seco, se pesa: el líquido que sobrenada es verde y constituye el *manganato de potasa*. Como es preciso tener cuidado de no filtrarle sobre un papel, ni de ponerle en contacto con toda materia orgánica; se debe decantar bien claro por medio de un sifoncito muy cómodo para las operaciones de análisis, y que consiste en un tubo encorvado sobre sí mismo en dos brazos, que entra á frote atravesando un tapon en que hay al mismo tiempo otro tubo corto abierto. Ajustado exactamente el tapon al frasco, basta para decantar el líquido introducir algunas burbujas de aire por el tubo pequeño, con lo que queda lleno el sifon, se saca así todo el líquido, y tambien despues el de una nueva locion alcalizada.

Reunidos los líquidos se calientan con azúcar ó glucosa, ó se ponen en contacto con ácido sulfuroso; bien pronto se obtiene el *óxido mangánico* buscado, que calcinado, constituye el óxido rojo que representa el protóxido y conduce al *bicarbonato manganoso* (V. anteriormente).

Segundo procedimiento.

Este método que ya es antiguo se ha preconizado en algunas obras: consiste en tomar una solucion tan neutra como sea posible de los dos metales (hierro y manganeso) y añadirle en esceso sucinato de amoniaco neutro y recien hecho. El hierro se precipita en seguida formando un depósito rojo insoluble, mientras que el manganeso queda en solucion.

A este propósito, he aquí lo que recomiendan MM. Fresenius y Saac (1). Este método, dicen ellos, no debe emplearse mas que cuando en las mezclas haya mucho hierro y poco manganeso, y es el caso mas general que se presenta en las análisis hidrológicas.

Cuando el líquido es poco ácido, se echa cloridrato de amoniaco, y despues se neutraliza con amoniaco; pero de modo que se precipite la menor cantidad posible de óxido férrico. Se añade entonces el sucinato de amoniaco, y se forma *sucínato de hierro*: se calienta ligeramente, y se deja enfriar: se reune el precipitado, se lava con agua fria y despues con amoniaco cáustico caliente. Estas lociones, quitando al precipitado la mayor parte de su ácido, le dan color mucho mas oscuro. Se quita el filtro del embudo, despues se introduce en un crisol de platino y se calcina: quemando el papel, queda óxido rojo de hierro.

Se lava el precipitado con amoniaco, á fin de separar, como hemos dicho, el ácido sucínico, que puede reducir una parte del óxido: en efecto la reaccion siguiente indica bien que hay un esceso de ácido:

$$Fe^2O^3, 3SO^3 + 3(AzH^4O,\overline{S}) = Fe^2O^3, 2\overline{S} + 3(AzH^4O, SO^3) + \overline{S}.$$

Este ácido no tiene accion sobre el precipitado en frio; pero disuelve mucho en caliente, no se debe, pues, filtrar el líquido mas que cuando está frio.

(2) Fresencius y Saac *Precio d'analyse chimique quantitative*. Paris. 1847, en 12. p. 184.

El método descrito, ejecutado cuidadosamente, dá bastante buen resultado.

Para tener el manganeso, se debe añadir en suficiente cantidad carbonato de sosa y calentarlo: el *carbonato de manganeso* obtenido y calcinado muy fuertemente, produce el óxido Mn^3O^4 que contiene en cada 100= 72,11 de manganeso, de donde se deduce por el cálculo: protóxido de manganeso 92,03, sulfato=197,3 y bicarbonato=218,13.

Tercer procedimiento.

Al verificar uno de nosotros la análisis del agua de Cransac (1) en las mismas fuentes ha empleado con buen éxito el método que vamos á describir y que no conduce, sin embargo, mas que á una buena aproximacion. Este método consistia en añadir con mucha precaucion al agua mineral una solucion de cianoferruro amarillo de potasio, mientras que el precipitado *blanco azulado* producido pasaba al color azul: cuando se agitaba al aire, y cuando separado este precipitado, se volvia de color de rosa ó de carne, se recojia y constituia el cianoferruro de manganeso Se lavaba aparte y calentándole con la potasa, se trasformaba en *sesquióxido mangánico*, cuyo peso se apreciaba despues de bien seco.

Entre los caracteres de las sales de manganeso recordaremos los siguientes, á saber:

1.° En estado de protóxido son blancas ó de color de rosa, estípticas; la potasa las precipita formando un depósito blanco que por su esposicion al aire se vuelve pardo.

2.° El ácido sulfídrico no produce nada en ellas, pero los sulfidratos solubles dán un depósito rosado de color de carne.

3.° Por último, cuando se calienta el óxido de plomo de color de pulga (bióxido) con ácido clorídrico puro diluido, y se añade sulfato manganoso, se forma un líquido de color *carmesi*.

Cuarto procedimiento.

A estos métodos añadiremos el siguiente, aconsejado por M. Faure, de Burdeos (2).

Este químico disuelve la mezcla que se supone que contiene ambos metales en ácido sulfúrico diluido, y sobreoxida el hierro con algunas gotas de ácido azoótico hirviéndolo ligeramente. En el líquido hirviendo echa carbonato de amoniaco, el hierro se precipita, se recoje sobre un filtro, y el manganeso queda en solucion; se añade un esceso de carbonato de sosa, se recoje el precipitado que se calcina despues de haberle lavado, y tendremos entonces óxido rojo de manganeso.

Cobre.

El cobre tambien acompaña algunas veces al hierro en las aguas ferruginosas, aunque en pequeñísimas proporciones, lo cual se descubre sumerjiendo en los productos de la análisis concentrados y vueltos ácidos una lámina de hierro bien limpia, que se cubre prontamente de una *capa roja*, y si se pone entonces en un frasco en contacto con agua amoniacal y aire, no tarda el líquido en teñirse de color azul con el amoniuro de cobre producido.

(1) *Journal de pharm. et. de chim.* 3.ª série, 1850, t. XVII, p. 167 y 1881 t. XX, p. 347.
(2) Fauré. *Analyse des eaux de la Gironde*. Burdeos. 1849.

M. Sarceau ha reconocido por este medio cantidades pequeñísimas del metal en cuestion (1).

Aguas ferruginosas arsenicales.

Desde que se ha indicado la presencia del arsénico en las aguas minerales, se ha reconocido particularmente en las llamadas *ferruginosas*, en asociacion con el hierro: ¿se halla en estado de arsenito ó mejor de arseniato, como dicen muchos químicos, MM. Lassaigne, Thenard, etc.? esto no se ha decidido aun completamente. M. Thenard que ha visto el arseniato de sosa en las aguas del Mont-Dore y en otras de la Auvernia, atribuye tambien el orígen del principio arsenical á un compuesto primitivo ferruginoso arseniatado.

Si se puede sacar de las aguas minerales evaporadas en gran masa, se opera sobre el producto en que se sospecha el arsénico; pero es preferible para tener resultados mas marcados y aparentes operar sobre los depósitos ocráceos naturales que representan una gran cantidad de agua, y en los que dicho compuesto arsenical se halla acumulado ó en cierto modo condensado. Se hace uso por lo tanto para la dosificacion del arsénico, ya de los depósitos que se acaban de designar, ya de los que se obtienen de la evaporacion casi hasta sequedad de mucha agua mineral.

Se calientan en una cápsula muy limpia con ácido sulfúrico *puro*, y de modo que se carbonicen las materias orgánicas sin *desecarse completamente*. El residuo caliente tratado con agua muy pura se filtra y despues se concentra. En este estado se introduce en un frasco con ácido sulfúrico y cinc puro, y el gas hidrógeno arseniado se recibe en balones que contengan ácido azoótico puro: cuando todo el gas ha pasado se evaporan fuertemente hasta sequedad los líquidos azoóticos, y se pesan (2). El producto es ácido arsénico.

100 de este ácido representan: arsénico. . . . . 65,25.

Por medio del cálculo se llega á saber la cantidad de *arseniatos de hierro, de sosa ó de cal* que puede dar tal proporcion de arsénico, y despues se reparte esta en el agua analizada. El producto conduce á saber lo que debe contener cada litro.

Si por ejemplo, se ha operado sobre el depósito, se aprecia al poco mas ó menos por el cálculo cuanto puede producir un litro de agua espuesto al aire, y por el peso del que se haya examinado se determina la cantidad de líquido á que corresponde. De aquí se parte para establecer por aproximacion la riqueza arsenical de tal ó cual agua.

Admitiendo que un litro haya dado gr. 0,25 de depósito, y que se traten 100 del depósito que naturalmente produce, se habrá operado sobre 40,000 litros de agua mineral, y cuando dicho depósito haya producido por esta proporcion de los 100 gr. 1 gr. de arsénico, cada litro representará

$\frac{1}{40000}$, es decir, gr. 0,000025 de este principio.

La volatilidad de ciertos sulfuros permite verificar la separacion de algunos de ellos. Así se verifica con el arsénico. Cuando tenemos, por ejemplo un depósito de arseniato de hierro, y se calienta en una corriente de hidrógeno sulfurado, se obtiene á la vez sulfuro de hierro y de arsénico, pero solo este último se volatiliza enteramente, y puede recojerse

(5) *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, t. XXVIII, p. 129.
(6) O. Henry, padre. *Journal de pharm. et de chim.* 3.ª serie, 1841 t. XXVIII, p. 33.

aparte. (Por un método análogo se puede separar tambien el arsénico del estaño.)

Sustancias particulares indicadas en las aguas minerales y demostradas por algunos químicos.

Queremos hablar aquí de varios cuerpos descubiertos hasta ahora en las aguas de Neyrac (Ardeche) por un farmacéutico de Valenze, M. Mazade y sobre los que uno de nosotros hace en la actualidad nuevas investigaciones: se trata de los ácidos *titánico*, *molíbdico*, *túngstico*, *estáñico*, *tantálico*, así como tambien particularmente del niquel y del *cobalto*: sustancias diversas de las que algunas parecen existir realmente (1).

No podemos aun decidirnos definitivamente sobre lo que da ocasion á estas materias pues que no hemos terminado nuestro trabajo sobre muchos productos que hemos cojido en las fuentes de Neyrac, pero indicaremos los métodos de análisis que hay que seguir en la suposicion de la existencia de estos compuestos particulares, despues de haber hecho mezclas artificiales que pueden muy bien compararse con los depósitos que se recojen en Neyrac tanto despues de calentar las aguas, como cuando llegan enteramente formados con el agua al salir del terreno.

Así, habiendo mezclado con exactitud *carbonato de cal* y *protosulfato de hierro*, *ácidos titánico*, *molíbdico*, *túngstico*, *tantálico*, *silícico* y *estáñico* todos hidratados y recien preparados, y despues por último sales de *niquel* y de *cobalto*, se puso á hervir la mezcla por algun tiempo con cierta cantidad de agua pura y se sobresaturó sensiblemente con potasa: por medio del ácido azoótico añadido poco á poco y en ligero esceso, se obtuvo un *producto líquido* A y otro *sólido* insoluble B.

La parte líquida concentrada se mezcló con un gran esceso de amoniaco que precipitó el *sesquióxido de hierro*: por la solucion amoniacal que contenia el *niquel*, el *cobalto* y la *cal* se hizo pasar una corriente de ácido sulfídrico. El sulfidrato de amoniaco formado dió origen á sulfuros *negros de niquel y de cobalto* que se precipitaron en el fondo de la vasija y quedaron así aislados de la cal.

Despues de haberlos reunido se decantó la parte líquida por medio de un sifon, se lavaron y mezclaron en seguida ambos sulfuros en una cápsula para tratarlos con agua régia: evaporándolo hasta sequedad y despues diluyéndolo en agua y filtrándolo, la solucion contenia el *niquel* y el *cobalto*. Para aislar ambos metales se usaron diversos métodos, de los que citaremos como principales los de Laugier, Berthier, Rose, Philips, Liebig, etc.

Núm. 1.—Procedimiento de Philips (2).

Se mezcla la solucion de los dos metales con una cantidad de amoniaco suficiente para que los óxidos de cobalto y de niquel entren en disolucion: se trata en seguida el líquido diluido con un gran esceso de potasa que precipita el niquel y deja disuelto el cobalto.

Núm. 2.—Procedimiento de Berthier (3).

Se precipitan ambos metales en estado de óxidos hidratados por medio de la potasa y se hace pasar por la mezcla una corriente de cloro. El óxido de cobalto se transforma en sesquióxido que es insoluble, mientras que el de niquel se disuelve en un esceso de cloro.

(1) O. Henry, padre. *Bulletin de l' Academie de medecine*. 1851-52 t. XVII. p. 781.
(2) Barreswill y Sobrero *Appendice aux traites d'analyse chimique*. Paris, 1843 en 8.° p. 82.
(3) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série. 1824, t. LXV, p. 94 y 1826, t. XXXIII. p. 49.

Núm. 3.—Procedimiento de Laugier (1).

Se precipitan los metales con un carbonato soluble; se trata la mezcla de los carbonatos metálicos insolubles con auxilio de un esceso de ácido oxálico que disuelve el óxido de hierro, si existe en el precipitado, y forma oxalatos de niquel y de cobalto insolubles. Ambas sales se disuelven en un esceso de amoniaco y el líquido se abandona al aire. La sal de niquel se precipita en forma de un polvo verde, mientras que el cobalto queda en disolucion en estado de sal doble amoniacal de color rojo. En seguida se obtienen por calcinacion, los óxidos contenidos en los oxalatos amoniacales de niquel y cobalto.

Núm. 4.—Procedimiento de Rose (2).

Se disuelven ambos óxidos en un esceso de ácido clorídrico se diluye la disolucion en una gran cantidad de agua y se hace pasar por ella una corriente de cloro hasta que se sature completamente.

Todo el protocloruro de cobalto pasa al estado de sesquicloruro, mientras que el de niquel no esperimenta ningun cambio. La disolucion se abandona por doce ó quince horas á la temperatura ordinaria con un esceso de carbonato de barita. Se precipita el sesquióxido de cobalto y se mezcla con el esceso de carbonato de barita El precipitado se lava con agua fria, despues se disuelve en ácido clorídrico y cuando se ha precipitado toda la barita con el ácido sulfúrico, se precipita el óxido de cobalto por medio de la potasa cáustica.

La disolucion de que se ha separado el óxido de cobalto con el carbonato de barita es de color verde muy puro y no contiene el menor vestigio de óxido de cobalto. Se elimina la barita con un esceso de ácido sulfúrico, y se precipita el óxido de niquel en estado puro, empleando al efecto una disolucion de potasa.

Núm. 5.—Procedimiento de Liebig (3).

Este método está fundado en la propiedad que tiene el cianuro doble de niquel y de potasio, de descomponerse con los ácidos diluidos, mientras que el compuesto correspondiente de cobalto resiste á su accion.

Se añade por consiguiente á la disolucion ácida de los dos óxidos cianuro de potasio hasta que el precipitado que se haya formado primero se redisuelva. El líquido se hierve por algunos minutos, se abandona en seguida por enfriamiento y se sobresatura con ácido sulfúrico diluido que forma un precipitado verdoso.

La disolucion contiene cobalto en estado de cianuro doble alcalino mientras que el precipitado retiene todo el niquel.

Terminaremos añadiendo algunos procedimientos que se han aconsejado para verificar la separacion de los diferentes metales mencionados

Separacion del hierro, del cobalto, del niquel, del manganeso y del cinc.

Hé aquí en primer lugar un método para separar el cobalto de alguno de sus congéneres. Le ha aconsejado M. Stromeyer (4) y está fundado en los hechos siguientes:

(1) *Journal de pharmacie*, 2.ª série, 1819, t. V, p. 369.—*Annales de chimie et de physique*, 2.ª serie, t. IX, p. 267.

(2) H. Rose. *Traité pratique d'anelyse clinique*. Trad. de la 4.ª ed. por Jourdan. Paris, 1843, t. II p. 111, en 8.°

(3) *Annalen der chem. und pharm.* Bd. XLI hef. 3 y *Annales de chimie et de physique*, 2.ª *série*, 1830. t. XLIII, p. 204.

(4) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1854, t. XXV, p. 392.—*Journ, fur prakt chem.*, t, XLI, p. 41.

Hace algunos años que M. Fischer, ha hecho ver que el nitrito de potasa forma con las sales de cobalto un precipitado insoluble de color amarillo, estudiado despues por M. Saint-Evre. Este precipitado es un nitrito doble de protóxido de cobalto y de potasa.

Las sales de niquel, de cinc y de manganeso no se precipitan en estas circunstancias: el autor se ha servido de este carácter para aislar y dosificar el cobalto en un ensayo de los productos de fusion de la fundicion de cobre de Kaafyord.

Hé aquí el procedimiento:

Despues de haber concentrado la disolucion cobaltífera se añade otra saturada de nitrito de potasa y luego ácido acético: no tarda en formarse el depósito de sal doble; se disuelve en ácido nítrico y se precipita con la potasa.

Segundo procedimiento.

Otro método para separar el cobalto del manganeso se debe á Mr. Dœbereiner (1).

Hé aquí en que consiste: se reducen primero los dos metales á cloruros y despues se disuelven estos cloruros en muy poca cantidad de agua, añadiendo á la mezcla quince ó veinte veces su volúmen de eter: el cloruro de manganeso se precipita, mientras que el de cobalto queda disuelto con un color azul. Se disuelve en seguida el cloruro de manganeso en alcool anhidro, se precipita directamente con eter y se repite todavia otra vez esta operacion para separar completamente el cobalto.

Tercer procedimiento.

Se ha recomendado por Ebelmen (2) quien aconseja operar así:

Se pesa la mezcla de los dos óxidos, se introduce en una capsulita de platino y se calienta en una corriente de hidrógeno sulfurado enrojeciéndola en un tubo de porcelana. Despues de haberla dejado enfriar, se trata en frio con agua cargada de hidrógeno sulfurado. El sulfuro de manganeso es el único que se disuelve; se filtra y se precipita con la potasa que da este óxido. El resíduo negro de sulfuro de cobalto se trata con ácido azoótico y se precipita con la potasa ó la sosa.

Cuarto procedimiento.

El autor de este procedimiento M. Schiel (3) se ha propuesto separar el manganeso del hierro y del niquel.

Esta separacion está fundada en la propiedad que tiene el óxido manganoso de poder pasar al estado de peróxido en presencia del cloro y de precipitarse, mientras que los óxidos de hierro y de niquel quedan en disolucion. La reaccion es muy marcada con el acetato de manganeso espuesto á una corriente de cloro: no obstante M. Schiel prefiere emplear una mezcla de cloruro de manganeso y de acetato de sosa. Si la disolucion contiene ácido clorídrico libre, la sosa del acetato neutraliza este último, mientras quo el ácido acético se une con los óxidos metálicos. El acido acético libre

(1) *Annal der pharm.* t. XIV p. 254.—*Ann. des sciences chimiq. de Berzelius.* trad. por Gerhardt. Paris, 1839, p. 136.

(1) *Journal de pharm. et. de chim.* 5.ª série, 1849, t. XV, p. 266.

(2) *Journal de pharmacie et de chimie,* 5.ª serie, 1851, t. XXV, p. 393.—*Silliman s' american Journal of. science and arts,* t. XV, p. 275.

no impide en nada la peroxídacion del manganeso. Este procedimiento no es aplicable cuando el líquido contiene cobalto, porque el óxido de este metal se precipita parcialmente y viene á unirse con el peróxido de manganeso.

Volvamos al producto insoluble B de nuestra mezcla artificial anterior que contenia *ácidos titánico, molibdico, túngstico. tantálico, silícico, estáñico y* en parte del *sesquióxido de hierro.*

Se empieza por calcinarle ligeramente á fin de hacer la sílice insoluble en los ácidos (H. Rose, Will etc.) despues se mezcla íntimamente con ocho partes de bisulfato de potasa y dos de ácido sulfúrico puro: hecho esto se calcina primero moderadamente y en seguida lo bastante para que se funda formando un líquido que se abandona al enfriamiento y se trata en caliente con agua destilada. Este vehículo separa á favor del ácido sulfúrico los ácidos titánico, molíbdico y la mayor parte del hierro. Se filtra y se concentra los 3|4 y despues de haberle sobresaturado de amoniaco se hace pasar por el líquido un gran esceso de ácido sulfídrico. El *sulfidrato amoniacal* disuelve el *sulfuro de molibdeno producido*, y transforma el hierro en sulfuro negro que se precipita con el ácido titánico que queda intacto. La mezcla se abandona en un frasco estrecho donde tiene lugar su completa separacion. Decantando con auxilio de un sífon la porcion clara se aisla el *molibdeno*. Se lava el resíduo insoluble, primero con agua cargada de un poco de ácido sulfídrico y despues con agua pura; por último se trata con ácido sulfuroso con objeto de cambiar el sulfuro de hierro en hiposulfito muy soluble y de dejar el ácido titánico casi por completo en estado insoluble.

Despues de lavado se seca y se guarda para someterlo á ensayos posteriores.

Acido titánico.

Este ácido se presenta en forma de un polvo blanco apenas soluble en agua, pero mas soluble en los álcalis: cuando se funde con ellos vuelve á aparecer en forma de copos blancos saturándolos con el ácido acético: disuelto con los ácidos fluorídrico y sulfúrico, produce líquidos que diluidos en agua y neutralizados con amoniaco, dejan ver tambien el ácido titánico en copos blancos gelatiniformes. Las soluciones ácidas anteriores tratadas con cuerpos desoxigenantes como el *cinc, el protocloruro de estaño, el protosulfato de hierro y el protocloruro de cobre*, dan lugar á colores únicamente violados ó rosados (Will, Rose) y despues á un depósito negro pulverulento de óxido de titano. Fundiendo el ácido titánico con fosfato de amoniaco, se obtiene despues de una fuerte fusion operando sin el contacto del aire un *vidrio azul ó violáceo.*

Acido molíbdico.

El líquido claro sulfurado amoniacal que tiene en disolucion el *sulfuro de molibdeno* se sobresatura con ácido azoótico, se evapora hasta sequedad, se calienta un poco y se trata de nuevo con amoniaco, filtrándolo en seguida. Despues de una evaporacion conveniente produce *molibdato de amoniaco*, cuyo ácido se aisla facilmente saturando con cuidado la sal por medio del ácido acético y del alcool.

El ácido molíbdico se presenta bajo el aspecto de una sustancia de color blanco amarillento, susceptible de cristalizar y de volatilizarse sensiblemente: es un poco soluble en agua y mucho mas en el amoniaco, con el que puede

producir un compuesto salino cristalizable. Si se añade todavia un cuerpo desoxigenante, la solucion de ácido molíbdico se vuelve *azul ó violada*.

Obtenida la separacion de las tres sustancias de nuestra mezcla nos qnedaba que investigar en la parte á que no habia tocado el bisulfato potásico, el medio de aislar los ácidos *túngstico, tantálico, silícico y estáñico*. Para conseguirlo hemos empleado el método siguiente:

Habiendo diluido el resto en un poco de agua se añadió amoniaco y despues se sobresaturó con un gran esceso de ácido sulfídrico. Hecha esta operacion en un frasco bien tapado, se verificó la solucion en el sulfidrato amoniacal de los sulfuros de *estaño* y de *tungsteno* que se habian producido. Se dejaron depositar bien, se decantaron por medio del sifon y al líquido se añadió un gran esceso de ácido azoótico, se evaporó hasta sequedad y se calcinó fuertemente el producto. Entonces se obtuvo una mezcla de ácidos *estáñico y túngstico* que se separó como vamos á decir.

Acidos túngstico y estáñico.

Se trituran con carbonato de sosa y cianuro de potasio y se calcinan fuertemente en un crisol de Hesse. Al resíduo, que debe contener estaño reducido, se añade mercurio puro, líquido y calentado: el metal recojido aparte y destilado deja una especie de boton ó de escoria fija que tratado con ácido azoótico en caliente produce *ácido estáñico*.

Es blanco, insoluble en agua, facilmente reducible por el calor y el carbon en un metal blanco fusible: se disuelve en el ácido clorídrico ó en el agua régia y forma con el sulfidrato de amoniaco un precipitado *amarillo* ó de *color de chocolate* soluble en un esceso de reactivo.

Lo que el mercurio ha dejado en forma de un polvo gris es el otro ácido. Calentado fuertemente con nitrato y carbonato de sosa, da un producto que el agua disuelve y que echado en ácido clorídrico diluido produce un polvo blanco ó amarillo muy soluble en el amoniaco. Este polvo en estado de hidrato unido al ácido clorídrico ó sulfúrico y cinc puro forma con bastante rapidez un precipitado ó un líquido *azul*.

Solo quedaron que separar en último término los ácidos *tantálico y silícico*, lo cual fué muy fácil aplicando el método que da M. Mosander (1), es decir, calcinando muy fuertemente esta mezcla y despues poniéndola en contacto á un calor suave con ácido fluorídrico diluido en su peso de agua: este ácido no ha disuelto mas que la *sílice*, y el ácido *tantálico* quedó insoluble: lavado entonces y calcinado presentó los caracteres siguientes:

Acido tantálico.

Es una sustancia blanca, casi insoluble en todos los ácidos, á menos que no estén hidratados: con la sal de fósforo (fosfato de amoniaco) dá este cuerpo al fuego de color de violeta un vidrio azulado opaco.

La separacion de todos estos diversos compuestos no ofrece dificultades se funda en hechos demostrados que constan en las principales obras de análisis, y creemos que podrá hacerse aplicacion á los productos de las aguas de Neyrac que nos ocupan en la actualidad.

Aguas sulfurosas ó sulfuradas.

Las aguas de que vamos á ocuparnos presentan un gran interés, porque

(1) *Philosophical magazine*, t. XXIII, p. 251.—*Annales de chimie et de physique* 3.ª serie, 1844. t. XI, p. 464.

sus aplicaciones médicas son tan numerosas como variadas, y se emplean bajo este punto de vista desde la mas remota antigüedad.

Estas aguas se administran unas veces frias y con mas frecuencia termales, en baños, en chorros y en bebida, ya en las mismas fuentes, ya lejos de ellas. Su denominacion de *sulfurosas* ó *sulfuradas* se deriva del elemento sulfuroso que es en ellas el principio capital, y del que toman sus propiedades mas especiales. Este elemento es ó el *ácido sulfídrico libre* ó un *sulfuro*; y con frecuencia uno y otro reunidos, pues es algunas veces un producto de estos últimos modificado, *polisulfuro*, *hiposulfito*, *azufre dividido*, *hidrogenado*, *etc.* Estos diversos modos de ser de las aguas sulfurosas, hacen de ellas otros tantos agentes terapéuticos particulares mas convenientes en táles ó cuáles enfermedades que no en otras, y forman en este caso muchas variedades de aguas; así tendremos:

Las aguas sulfurosas (*sulfídricas*, *sulfidratadas* ó *sulfuradas*, *sulfídricas sulfuradas*) y despues las aguas sulfurosas *degeneradas* (*polisulfuradas*, *hiposulfitadas* y *azufradas*). Al lado de los principios sulfurosos, vemos como en otras muchas especies de aguas que ya hemos examinado, otros principios salinos ú orgánicos; de tal modo que estas últimas pueden considerarse, como hemos hecho con las anteriores, como aguas salinas asociadas á aguas puramente sulfurosas. En efecto, se reconocen en ellas *sulfatos*, *carbonatos*, *silicatos*, *fosfatos*, *cloruros*, *bromuros* y *yoduros*, *materias de naturaleza orgánica particular*, *etc.*

La análisis de las aguas sulfurosas deberá, pues, hacerse de modo que por una parte pueda apreciarse con exactitud la naturaleza y la proporcion de los elementos especiales (el elemento sulfuroso); y por otra, solo los que son estraños á ellos: lo que la reduce á una análisis de agua salina propiamente dicha. Aquí nos remitiremos tambien á los modos propuestos y descritos anteriormente para conseguirlo: solo respecto de algunos haremos una escepcion, porque la presencia simultánea de los sulfuros obliga á precauciones indispensables.

Volvamos ahora al exámen definitivo de las aguas sulfurosas. Podemos recordar que sus caractéres mas distintivos, bien sean frias ó termales, son: desprender por su esposicion al aire un olor de huevos hueros ó solo de huevos cocidos, y precipitar de color *negro* ó *pardo* con mas ó menos intensidad las soluciones de plomo, de plata, de cobre y de bismuto, ó de *amarillo* ó *amarillo naranjado* las de arsénico y antimonio. Se las ve salir de terrenos muy distintos, porque unas, casi siempre termales hasta grados muy elevados, salen de terrenos primitivos graníticos ó feldspáticos; mientras que otras brotan de terrenos terciarios ó secundarios, calizos ó yesosos, y son casi siempre frias.

Con objeto de estudiar ahora aisladamente las aguas sulfurosas, agrupémoslas en tres diferentes *categorías*, que van á servirnos aqui de ejemplos:

Aguas sulfurosas.

Núm. 1. Aguas sulfídricas.

Acido sulfídrico.	0,040
Acido carbónico.	0,210
Azoe.	indet.
Bicarbonato de sosa.	0,20
Bicarbonato de cal.	0,14
Sulfato de sosa.	0,25
Sulfato de cal.	0,11
Cloruro de sodio.	0,30

Núm. 2. Aguas sulfídratadas ó sulfuradas.

Sulfuro de sodio.	0,05
Sulfuro de potasio.	0,01
Carbonato de sosa.	0,02
Sulfato de sosa.	0,25
Cloruro de sodio.	0,30
Silicato de sosa.	0,04

Núm. 3. Aguas sulfídratadas sulfídricas.

Acido sulfídrico.	0,04
Acido carbónico	0,33
Sulfuro cálcico.	0,10
Sulfuro magnésico.	0,03
Sulfato de cal.	0,7
Sulfato de sosa.	0,7
Sulfato de magnesia.	0,7
Cloruro de sodio.	0,25

Pueden ser *sulfuradas sódicas* ó *sulfuradas calizas*, segun la naturaleza del sulfuro. Las aguas de la categoría núm. 2 son generalmente de base de sosa. Las de la tercera son mas bien calizas y aun magnesianas ó á la vez sódicas y calizas.

A estas variedades podemos agregar las aguas sulfurosas, que son en parte degeneradas, y de las que se encuentran muchas análogas en los Pirineos, por ejemplo, las siguientes:

Aguas sulfurosas degeneradas.

Núm. 4.

Polisulfuro de sodio.	0,07
Carbonato de sosa..	0,65
Cloruro de sodio.	
Sulfato de sosa.	

Núm. 5.

Hiposulfito de sosa.	0,05
Bicarbonato de sosa.	0,45
Bicarbonato de cal.	
Sulfato de sosa.	0,70
Sulfato de cal	
Cloruro sódico.	0,35

Núm. 6.

Azufre hidrogenado.	0,03
Bicarbonato de sosa.	0,87
Carbonato de cal.	
Sulfato de sosa.	
Cloruro de sodio.	

Y por último, como anejos á ellas contienen las aguas sulfurosas además, *yoduros* y *bromuros*.

Existen algunas que contienen arsénico como ha dicho M. Blondeau de Rhodes?

Es un hecho que necesita esclarecerse. En cuanto al *ácido bórico*, á la *litina*, á los *fosfatos*, etc., que se reconocen algunas veces en estas aguas no

son mas que vestigios muy pequeños, y probablemente sin importancia, bajo el punto de vista de la terapéutica: su interés se refiere mas á la geología, porque puede tener relacion su presencia con la descomposicion de las micas de ciertas rocas graníticas de las que salen las fuentes minerales sulfurosas de que hemos hecho mérito.

De la análisis de las aguas sulfurosas en particular: dosificacion del elemento sulfuroso.

Sin cuidarnos todavia del estado de combinacion en que se encuentra el principio capital sulfuroso de las aguas en cuestion, vamos á describir aquí los diferentes medios empleados para apreciar la proporcion exacta de este principio, el *azufre*.

Primer modo.

En los primeros métodos seguidos se precipitaba una agua sulfurosa con una solucion de *acetato de plomo* y del peso del sulfuro negro obtenido, se deducia la proporcion del azufre contenido en esta agua: pero este método era muy defectuoso por que se precipitaban al mismo tiempo sulfatos, carbonatos, silicatos etc,, cuyos pesos se agregaban al del sulfuro que equivocadamente se tenia por *puro*.

Se reemplazó la sal de plomo por una de *cobre*: pero la dificultad de secar el *sulfuro cúprico* sin que absorviese oxígeno, hizo que fuera poco ventajoso este medio.

Tambien se empleó el *azoato amoniacal de plata* (sal de Grotthus), pero el sulfuro de plata se hallaba siempre mezclado con cloruro, porque la proporcion de amoniaco era insuficiente para disolver la totalidad de dicho cloruro.

Mas adelante se usó con mas acierto el *azoato argéntico* y todo el precipitado recojido se trató aparte por medio del amoniaco en gran esceso. Aquí el resultado puede ser bueno cuando no existe materia orgánica en el agua ensayada, lo cual es raro: y en este caso el sulfuro formado arrastra un compuesto de óxido de plata y de materia orgánica, cuyo peso viene á aumentar el del sulfuro real.

Además el sulfuro de plata, como hace mucho tiempo que lo ha visto M. Salaignac (1), es difícil de secar sin perder algo de azufre y si se aprecia por el peso de la plata, por medio de la copelacion, como ha hecho M. Fontan (2), ó en cloruro por una descomposicion *ad hoc*, nos espondremos á tener un escedente del metal cuando el sulfuro se halle mezclado con el compuesto argéntico de materia orgánica. Esta última causa, sin embargo, es preciso confesar que no da un error muy considerable.

Se ha empleado tambien el *ácido arsenioso* echado en solucion con ácido clorídrico en una agua sulfurosa, y del peso del *sulfuro arsenioso* recojido se ha deducido el del azufre; pero se ofrece la misma dificultad para secar el producto ó para tenerle en *ácido arsénico* y en *arseniato de plata*, lo que multiplica las operaciones. Volveremos á hablar de ello mas adelante.

Todas estas consideraciones y las causas de incertidumbre que hay, han movido á algunos químicos á calentar las aguas y á recojer los gases

(1) Salaignac. *Essai d'analyse chimique de l'eau sulfureuse de Garris.* (Bajos Pirineos) Bayona 1838, foll. en 8.°

(2) Foutan. *Recherches sur les eaux minerales des Pyrenées*, 1838, en 4.°

desprendidos en soluciones de acetato de plomo algo ácido. Aquí se presentan dos inconvenientes: primero, ciertas aguas cargadas de sulfuros, no dejan desprender por ebulicion mas que una parte de su azufre, ó bien cuando contienen al mismo tiempo ácido carbónico ó bicarbonatos, una parte de este último ácido puede quedar *á pesar de la acidez*, en forma de carbonato de plomo con el *sulfuro* formado.

Es verdad que añadiendo al agua ácido se desprende bien pronto el azufre formando ácido sulfídrico; pero siempre tendremos posible el inconveniente del carbonato plúmbico producido al mismo tiempo como ya hemos dicho.

M. Wælher ha indicado que cuando se analiza una agua mineral que contiene ácido sulfídrico y ácido carbónico (1), es útil el uso del *azoato de plata amoniacal* con la precaucion de lavar el precipitado, primero con amoniaco diluido, despues con ácido azoótico tambien muy diluido con objeto de aislar los carbonatos.

Segundo modo.

Se puede recordar, sin embargo, que de todos estos diferentes medios el del uso del azoato de plata y de la locion por el amoniaco en gran esceso, no deja de ofrecer ventajas, sino se encnentran mas que vestigios de materia orgánica y se seca con precaucion el *sulfuro argéntico*.

100 de este compuesto = azufre 12,71

Tercer modo.

A falta de estos procedimientos, algunos autores han aconsejado valuar el elemento sulfuroso en *sulfato de barita*, despues de haber transformado el azufre en ácido sulfúrico por medio de una corriente de cloro puro que haya pasado por algun tiempo por el agua mineral analizada.

Es preciso tener cuidado de determinar antes aparte la cantidad que hay en el agua de sulfatos ó de hiposúlfitos, al lado de los principios sulfurados: se descuenta entonces el peso del sulfato de barita producido por estas sales del sulfato barítico total obtenido despues de la accion del cloro, y la diferencia representa el peso de aquel de que se debe deducir la cantidad de azufre del agua sometida á la esperiencia.

100 de sulfato de barita = 13,74 de azufre.

Cuarto modo.

Tambien puede hacerse aplicacion del *sulfato de cobre*, pero sin recojer ni secar el sulfuro, operando por un método de que hablaremos mas adelante y que llamaremos *inverso* ó por *resta*.

En este método se toma una solucion diluida *acídula* y *graduada* al $\frac{1}{10}$ en *deutosulfato de cobre* que se escoje bien cristalizado y puro y se mezcla con agua sulfurosa en peso determinado. Nos cercioraremos en

1) *Annales des mines*. 3.ª série. 1841, t. XIX, p. 475.

seguida en el líquido claro de la cantidad que queda de sulfato de cobre empleando otro líquido graduado con ferrocianuro amarillo de potasio.

Supongamos que 100 de este líquido á $\frac{1}{10}$ representan; deutosulfato de cobre 10 gramos, ó cobre 3,968.

Si despues de este ensayo se ha visto que por la produccion del *sulfato de cobre* han desaparecido 10 gramos de *deutosulfato*, podremos llegar por el cálculo al resultado que se busca, porque 100 de *deutosulfato de cobre*, representan: *cobre* 3,968 para azufre 20,07 del bisulfuro, y tendremos en este caso *azufre* del agua 2,007.

Quinto modo.—Sulfidrometría ó sulfurometría.

Despues de todos estos métodos vamos á ocuparnos principalmente del que los ha reemplazado en el dia con tantas ventajas; queremos hablar de la *sulfidrometría*, medio tan ingenioso y preciso, ideado por Dupasquier (1) y que aprobaron con elogio M. M. Dumas y Pelouze, en un informe dado á la Academia de ciencias en 1841.

Este método de una gran sencillez se funda sobre el hecho de que el yodo en presencia del *ácido sulfídrico* y de los *sulfuros*, se apodera del hidrógeno para formar *ácido yodídrico* ó de los metales para formar *yoduros* y precipitar el *azufre*.

Se ejecuta con un *licor graduado de yodo* que se echa en un peso conocido de una agua mineral sulfurosa con la que préviamente se haya mezclado otro poco de solucion clara de almidon: la afusion se verifica por medio de un instrumento graduado llamado *sulfidrómetro* que describiremos mas adelante y se echa el líquido hasta que aparezca y persista una *tinta azul*. Esta es la señal de que se ha destruido todo el principio sulfuroso. Ahora se determina la cantidad de yodo empleada para producir este efecto por los grados del *líquido yódico graduado* que se ha consumido y su número conduce á conocer el peso del *azufre*.

Se sabe que para representar un equivalente de hidrógeno ó gr. 12,48 y un equivalente de azufre gr. 201,16; se necesita un equivalente de yodo 1579,50: pero en 1000 centigr. de yodo ó 1000 grados de la solucion de yodo graduado, 10 gr. no representan mas que gr. 1,27 de azufre ó 874,32 centímetros cúbicos de ácido sulfídrico: luego cada grado ó division del licor yódico corresponderá á gr. 0,0127 de azufre.

Además, como un agua que marque 25° es en la mayor parte de los casos sumamente sulfurosa y se pueden tener fácilmente décimas de grado; se ve que este método permite descubrir vestigios de principio sulfuroso con una perfecta precision y suma rapidez.

Por medio de las tablas que ha dado el autor y para las cuales se han establecido las correciones que son de desear, se encuentran fácilmente las cantidades que se buscan. Daremos ahora un ejemplo de la aplicacion práctica del método de que a quí hablamos.

El licor de yodo *graduado* consiste en una solucion alcoólica de este cuerpo: para prepararla se procede del modo siguiente.

Tintura de yodo de Dupasquier.

Se toman dos gramos de *yodo muy puro* y *muy seco*, que se introducen

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2.ª série, 1840, t. LXXIII, p. 310. A. Dupasquier. *Memoire sur la construction et l'emploi du sulfydrometre*, precedida del informe dado en el Instituto (Academia de ciencias) por MM. Dumas y Pelouze, relator. Paris, Londres, 1841, foll. en 8.°

en un frasco que contenga un decílitro de alcool rectificado, que se mide con mucha exactitud á + 14° centígr.

Se deja en contacto agitándolo y no se emplea el reactivo mas que cuando todo el yodo está perfectamente disuelto

Es menester renovar con frecuencia esta tintura, porque se forma ácido yodídrico que no tiene accion sobre el principio sulfuroso y hace infiel el líquido.

Así para obviar este inconveniente M. Filhol (1), ha propuesto reemplazarla por una solucion *acuosa de yodo* en el *yoduro de potasio*. Ya Berzelius (2), habia indicado el cloruro de sodio con este objeto; pero esta sal no ofrece ventajas por que disuelve muy poco yodo.

Licor yodado graduado de M. Filhol.

Para prepararle se emplean como anteriormente.

Yodo puro y seco.	2 gramos
Yoduro de potasio puro.	4
Agua destilada.	1 decílitro.

La solucion es rápida ; puede guardarse por mucho tiempo sin alteracion, y por las diferencias de temperatura no está espuesta á dilataciones que exijen muchas correcciones. De cualquier modo que sea, creemos que es conveniente renovar con frecuencia los licores yodados de que se hace uso y que es necesario ensayarlos cuando están hechos de mucho tiempo. M. Commaille (3), en una nota interesante acaba de indicar varios métodos con los cuales puede conseguirse esto con bastante rapidez.

Por último, añadiremos que la tintura de yodo se altera tanto menos cuanto mejor se haya resguardado de la luz.

Conservaremos la graduacion del instrumento dado por M. Dupasquier y vamos á describirle.

Este aparato conocido con el nombre de *sulfidrómetro* consiste en un tubo recto algo adelgazado, abierto por su parte superior: ó bien en un doble tubo encorvado sobre sí, graduado del mismo modo y que tiene en su parte esterior un piquito como los alcalímetros.

En seguida se emplea una solucion de almidon *recien hecha*, clara y á la que se hayan añadido algunas porciones de alcool.

Hecho esto, es necesario en primer lugar, como aconseja M. Dupasquier cerciorarnos de si el agua está *alcalina* y en este caso sobresaturarla muy lijeramente con un poco de ácido acético: ó bien, segun M. Filhol, añadirle, teniendo cuidado de resguardarla del contacto del aire, un *lijero esceso de cloruro de bario*, y decantarla para hacer esperiencias sobre el producto claro. El autor se ha cerciorado de que la sal de barita no produce nada con el líquido yódico graduado. En definitiva se opera del siguiente modo.

Modo de proceder á la análisis sulfidrométrica.

Si el agua mineral que se va á analizar parece muy sulfurosa, lo que se reconoce en su olor ó por medio de un ensayo prévio con una solucion de azoato de plomo, conviene no operar mas que *sobre un cuarto de litro*. Se echa el líquido *agitándolo lo menos posible* en la cápsula de vidrio ó de

(1) Filhol. *Recherches sur les eaux minerales de Bagneres-de-Luchon (Journal de pharm. et de chim.* 3.ª série, 1850, t. XVIII, p. 177.
(2) Berzelius. *Rapport anuel sur le progrés de la chimie.* 1842,. t. II p 88.
(3) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3. serie, 1857, t. XXXII, p. 321.

porcelana y despues se añade poco á poco media cucharada de una solucion reciente de almidon, mezclándolo todo con el agitador, de modo que no se favorezca el contacto del aire, cuyo oxígeno altera el agua mineral.

Si el agua parece débil en compuesto sulfuroso, conviene operar sobre un litro y tambien si cuando se supone mineralizada por el azufre no contiene mas que vestigios de este principio, es conveniente operar comparativamente sobre un litro de agua comun.

Preparado así todo, se llena el sulfidrómetro de tintura de yodo hasta la señal mas alta de la escala de graduacion, teniendo un dedo puesto sobre la abertura capilar de la estremidad adelgazada á fin de impedir que se vierta el líquido: despues aplicando el pulgar sobre la estremidad opuesta se deja caer lentamente la tintura de yodo en el agua mineral facilitando la reaccion agitándolo con un tubo de vidrio. El líquido cae primero formando un chorrito contínuo; despues, como que disminuye la columna y por consiguiente la presion solo cae gota á gota (1). En vez del *sulfidrómetro* recto primitivo de Duspasquier se emplea con éxito el que tiene la forma de una especie de bureta y que permite echar con facilidad el *líquido yodado* sin esceder los límites que se quieren. Por lo demás aunque se añadan algunas gotas en esceso no se producen mas que errores en el azufre casi imponderables é insignificantes.

Mientras que queden vestigios del principio sulfuroso que todavia no se haya descompuesto por el yodo, no tomará color azul ó bien la aparicion de este color en algunos puntos solo será instantánea; pero bien pronto se descubrirá de repente en la masa del líquido inmediatamente que haya una sola gota de tintura de yodo en esceso. (2)

Se examinará entonces cuanto licor de prueba se ha empleado lo que dará la cantidad de yodo y secundariamente por el cálculo la de azufre que se halle combinado en estado de *sulfuro*, ó *de sulfidrato*, ó *en el de ácido sulfídrico* libre.

Empleando la tabla que presentaremos despues podremos por otra parte dispensarnos de un cálculo que sin presentar dificultades exije algo de tiempo para tener el resultado de la análisis, que se obtendrá entonces inmediatamente.

Supongamos por ej. que se hayan necesitado 4.° 3|10 de tintura para producir un color azul en un cuarto de litro de agua sulfurosa; este número multiplicado por 4 para llegar á conocer la cantidad de azufre contenido en un litro de agua mineral, dará 17 2|10 ó sean 17 centígr. 2 miligramos de yodo.

Buscando en la tabla se hallarán los resultados siguientes:

(1) Si hay que hacer numerosas esperiencias convendrá preservar la epidermis del dedo de la accion del yodo, poniéndose un guante comun ó mejor cubriéndole con un poco de goma elástica.

(2) Sucede algunas veces que se obstruye el canalito capilar y que cae con mucha lentitud la tintura Este accidente se remedia por medio de una cerda que se introduce en la aberturita.

Si hay que operar sobre una agua termal cuya temperatura marque de 50 á 60° centigr. este calor no será un obstáculo para el buen éxito de la análisis, solo que será preciso dejar de añadir la tintura de yodo inmediatamente que se descubra el menor color azúl en la masa del liquido: color que aumenta en seguida segun se va enfriando.

Pasando de la temperatura de 60° se necesita mas atencion todavia para no emplear demasiada tintura de yodo, porque se sabe que el color azúl de yoduro de almidon desaparece al aproximarse al grado del agua hirviendo para volver á aparecer en seguida á medida que se enfria. Si hay duda sobre la exactitud de la operacion, se podrá llenar una botella de agua mineral (lo cual nos parece preferible) volverla boca abajo en un vaso lleno de esta misma agua y no operar sobre ella hasta que la temperatura baje á 25, 30 ó 40 grados.

Cuando se analiza una agua termal, conviene tener el estremo del sulfidrometro sumergido en este líquido para que la tintura caiga directamente y que obre el yodo antes que el calor pueda volatilizar una parte de él.

1 que representa.

	gr.		cént. cúb.
Azufre	0,012735	ó ácido sulfídrico	8,743244
7°	0,008914	——	6,120371
0.° 2|10	0,000254	——	0,174864
	0,021903		15,038379

Un litro de agua mineral analizada contiene, pues, entonces: azufre gr. 0,021903 ó *ácido sulfídrico* c. c. 15,038379. Parece pues conveniente rebajar de la cantidad de tintura empleada 1\|10 de grado para representar el yodo libre que se necesita para dar color al almidon y que no presenta nada de azufre. Pero debe considerarse que este esceso de yodo está casi compensado por la debil volatilizacion de la tintura durante la operacion, que se reconoce facilmente por el olor: esceso de yodo que está por otra parte tambien compensado con la pequeña cantidad de compuesto sulfuroso que puede descomponer el oxígeno atmosférico mientras se trasvasa.

Nada mas sencillo que esta especie de operacion alcalimétrica, puesto que puede contarse exactamente el número de grados y de décimas de grado indicados realmente por la escala del instrumento.

Debemos observar tambien que es muy útil no atenerse á una sola esperiencia: repitiéndola lo menos cuatro ó cinco veces para estar bien seguros de no haber cometido error, se llega á una determinacion rigurosa del principio sulfuroso del agua mineral analizada.

Tabla para el sulfidrómetro.

Grados del sulfidrómetro.	Yodo en gram.	Azufre en gramos.	Acido sulfídrico	
			en gramos.	en céntims. cúbicos á 0,76 de presion.
0,1	0,001	0,000127	0,000135	0,087432
0,2	0,002	0,000254	0,000270	0,174864
0,3	0,003	0,000381	0,000405	0,262299
0,4	0,004	0,000509	0,000541	0,349729
0,5	0,005	0,000636	0,000676	0,437162
0,6	0,006	0,000764	0,000811	0,524594
0,7	0,007	0,000891	0,000946	0,612027
0,8	0,008	0,001018	0,001082	0,699459
0.9	0,009	0,001146	0,001217	0,766891
1	0,01	0,001273	0,001352	0,874324
2	0,02	0,002547	0,002705	1,748648
3	0,03	0,003810	0,004057	2,622973
4	0,04	0,005094	0,005410	3,497297
5	0,05	0,006367	0,006763	4,371622
6	0,06	0,007641	0,008115	5,245946
7	0,07	0,008914	0,009468	6,120271
8	0,08	0,010188	0,010821	6,994595
9	0,09	0,011463	0,012173	7,868919
10	0,1	0,012735	0,013525	8,743244
20	0,2	0,025471	0,027051	17,486488
30	0,3	0,038707	0,040570	26,229732
40	0,4	0,050942	0,054105	34,972977
50	0,5	0,063678	0,067632	43,716821
60	0,6	0,076414	0,081156	52,459466
70	0,7	0,089149	0,094685	61,202710
80	0,8	0,101885	0,108205	69,945954
90	0,9	0,114631	0,121737	78,689199
100	1	0,127356	0,135257	87,432433
200	2	0,254713	0,270528	174,864886
300	3	0,381070	0,405792	262,297320
400	4	0,509427	0,541057	349,729753
500	5	0,636783	0,676321	437,162217
600	6	0,764140	0,811585	524,594660
700	7	0,891497	0,946850	612,027103
800	8	1,018853	1,082053	699,459547
900	9	1,146310	1,217378	786,891990
1000	10	1,273567	1,352643	874,334431

Tabla para la correccion de las diferencias producidas por la dilatacion ó contraccion de la tintura de yodo bajo la influencia de las variaciones de temperatura. (Esta tabla está fundada en los cambios de volúmenes de alcool indicados por Gay-Lussac en su nota sobre el alcoómetro centesimal)

Grados del sulfidrómetro.	Grados de temperatura.	Correccion de los grad. sulfidróm.
1	5	1,010
1	6	1,009
1	7	1,008
1	8	1,007
1	9	1,006
1	10	1,005
1	11	1,004
1	12	1,003
1	13	1,002
1	14	1,001
1	15	1,000
1	16	0,999
1	17	0,998
1	18	0,997
1	19	0,996
1	20	0,995
1	21	0,994
1	22	0,993
1	23	0,992
1	24	0,991
1	25	0,990
1	26	0,989
1	27	0,988
1	28	0.987
1	29	0,986
1	30	0,985

Basta para correjir el error producido por la dilatacion ó contraccion de la tintura de yodo multiplicar el número de grados obtenidos en el sulfidrómetro por el número que corresponde al grado de temperatura á que se opera.

Supongamos que se hayan obtenido 12.° en el sulfidrómetro á la temperatura de 25.° centígr., tendremos:

$$12.^{\circ} \times 0{,}990 = 11{,}880$$

Grados sulfidrométricos dados por la esperiencia=12.° á +25.° centígrados.

Grados sulfidrométricos correjidos ó reales 11,880 á +15.° temperatura normal del líquido.

El procedimiento de Dupasquier se podria invertir del modo siguiente: Habiendo añadido á cierta cantidad de agua pura almidon y la solucion graduada de yodo, por ej. 2 grados, es decir, 0,02 de yodo real para tener líquido azul de yoduro de almidon, se seguirá añadiendo agua sulfurosa, mientras este líquido no se decolore completamente, y al llegar á este punto se verá lo que se ha necesitado de esta agua. Supongamos que se hayan empleado 1000 gr. para conseguirlo: se dirá, pues, que 0,02 de yodo se han

destruido por gr. 0,00254, de azufre segun las tablas anteriores; lo que equivale á establecer que 1000 del agua en cuestion, representan á gr. 0,00254 de azufre. Por este medio se pueden operar con grandes cantidades de agua mineral, lo que es ventajoso cuando son poco ricas en elementos sulfurados.

Cuando en vez del *licor yodado* de M. Filhol se emplea la tintura alcoólica de yodo de Dupasquier; es preciso, como hemos dicho, no emplear la mas que recien preparada, y hacer las correcciones por medio de la tabla adjunta, calculando, como se ha indicado, y reduciéndolo siempre á +15° C. como punto de partida.

Si sucede que en una agua mineral existe al lado del sulfuro un *hiposulfito*, debe tenerse en cuenta este último, sin confundirle con el producto sulfurado, pues que obra del mismo modo con la solucion de almidon y el líquido yodado.

En este caso se ha aconsejado hacer en primer lugar un ensayo sulfidrométrico total con un peso conocido del agua mineral, y otro con una cantidad igual de agua á la que se haya añadido cierta dósis de sulfato de cinc puro, segun la indicacion de M. Dupasquier Esta sal *precipita el sulfuro* sin tocar al hiposulfito; y cuando haya ácido sulfídrico, se pondrá en primer lugar un poco de sosa ó de potasa para cambiarle en sulfuro, y despues se mezclará el sulfato cíncico.

El agua decantada y clara se ensaya entonces con el sulfidrómetro por el procedimiento descrito hace poco: se anota tambien el número de grados del licor empleado, y por la diferencia con el resultado del primer ensayo, se sabe lo que se refiere realmente al sulfuro.

El azufre que dá la segunda esperiencia conduce á conocer la proporcion del hiposulfito, porque es sabido que 100 de azufre corresponden á 150,06 de *ácido hiposulfuroso*.

Uno de nosotros ha propuesto con el mismo objeto (1) añadir al agua mineral bicarbonato de potasa, y hervirla por bastante tiempo: el ácido carbónico, que se desprende eliminando el ácido sulfídrico libre ó el combinado, no toca al hiposulfito, que por su fijeza resiste á la ebulicion: despues que el líquido *ha perdido todo su sulfuro*, se debe neutralizar con un ácido, ó mejor, añadir cloruro de bario y dejarlo depositarse. El líquido claro sometido á los ensayos sulfidrométricos, dá la indicacion del azufre que representa el *hiposulfito* buscado.

Reflexiones.

Una esperiencia de 16 años ha demostrado la exactitud y ventaja del procedimiento imaginado por M. Dupasquier, asi es que con las acertadas modificaciones que en él se han hecho, nos parece superior á todos los demás.

Volvamos ahora en pocas palabras sobre los caractéres mas sobresalientes de las diversas variedades de aguas sulfurosas.

1.° *Aguas sulfídricas.* Son aquellas en que el elemento sulfurado está enteramente en estado de *ácido sulfídrico libre.* Tienen olor de huevos hueros mas ó menos fuerte, espuestas al aire le pierden prontamente volviéndose turbias opalinas por el azufre que se separa y queda algun tiempo en suspension. En el vacío, lo mismo que por la accion del calor, se despojan de todo su gas sulfurado; mezcladas con ácido arsenioso, producen un preci-

(1) O Henry, padre. *Bulletin de la Acad. de medecine.*

pitado amarillo de *sulfuro de arsénico*; por último, cuando se agitan por algun tiempo con panes de plata ó de cobre bien limpios, en una vasija completamente llena pierden todo su azufre, *ennegrecen* mas ó menos fuertemente estos metales, ó no hacen mas que pavonarlos. En ciertas fuentes se ven aguas apenas sulfurosas que solo dan color *amarillo de oro* á las piezas de plata que se sumerjen en ellas.

2.° *Aguas sulfidratadas ó sulfuradas.* Bajo esta denominacion se comprenden las aguas en que el azufre está completamente combinado en estado de *sulfuros* con ciertos metales alcalinos. Cuando están muy neutras y privadas del contacto del aire, pueden ser *inodoras*, ó no exhalar mas que un olor apenas sensible de huevos cocidos; pero agitadas al aire ó mezcladas con ácidos, se hace muy manifiesto el olor de huevos hueros. Calentadas en una vasija vacía de aire debajo de gas hidrógeno ó azoe, por ejemplo, desprenden muy poco ácido sulfídrico; lo mismo sucede en el vacío, á menos que haya asociado ácido carbónico libre, lo que no tiene lugar en el caso de que hablamos. Cuando se agitan estas aguas sulfurosas con panes de plata ó de cobre en una vasija completamente llena, no adquieren estos metales mas que un color irisado muy ligero. La solucion de ácido arsenioso no dá lugar á ningun depósito amarillo, á menos que no se añada un ácido en esceso. Evaporadas al aire, producen resíduos que tienen olor de judias cocidas, y en los cuales se reconoce la presencia de los hiposulfitos alcalinos ó térreos.

3.° Las llamadas *sulfidratadas sulfídricas* participan de las dos precedentes, puesto que en ellas el elemento sulfuroso está á la vez *libre* y *combinado en sulfuro*. Los caractéres distintivos participan, pues, de los que pertenecen á las primeras y á las segundas, solo que son mas ó menos manifiestos en un sentido, segun que domina el ácido sulfídrico libre ó el sulfuro: además el ácido arsenioso no presenta á veces ningun fenómeno, porque el sulfuro amarillo arsenical que deberia producirse se disuelve con el sulfuro alcalino ó alcalino térreo. Los panes de plata y de cobre se ennegrecen mas ó menos profundamente y el líquido precipita en seguida fuertemente en negro con las sales de plata, de cobre, de bismuto, de plomo, etc.

Se ha llamado bastante la atencion acerca de la existencia de compuestos definidos en las aguas de los Pirineos, diciendo ser *sulfidratos de sulfuros* (bisulfidratos); y mediante su presencia se ha considerado mucho mas fácil la esplicacion de ciertos fenómenos que presentan estas aguas, por ejemplo, la *polisulfuracion* y el *blanqueo*. Mas adelante espondremos los detalles acerca de las esperiencias que han servido para combatir esta opinion; y hacer que casi todos los químicos la abandonen.

4.° Tenemos tambien que decir algo sobre las aguas sulfurosas degeneradas, es decir, segun Anglada, de las que siendo primitivamente sulfurosas han perdido este caracter sea en totalidad, ó solo en parte y que presentan entonces vestigios que pueden descubrir su primer origen.

Entre ellas deben colocarse las aguas *polisulfuradas* y las convertidas en *blancas*, y despues las *hiposulfitadas*.

Las aguas *polisulfuradas* son aquellas en que una parte del azufre eliminado se ha combinado con el sulfuro que ha quedado intacto. Tienen un olor bastante pronunciado de huevos hueros, ennegrecen muy fuertemente los metales tales como la plata, el plomo, el cobre etc. precipitan de color amarillo la solucion de ácido arsenioso: estas aguas tienen un tinte amarillo ó verde y generalmente á la formacion del polisulfuro, es debido el color verde *esmeralda* que presentan muchas de ellas calentadas al aire. (1)

(1) O Henry, padre. *Recherches sur l'etat du soufre dan l' eau sulfurense d' Enghien.—Journal de pharm. et de chim.* 3.ª serie, 1851, t. XXV. p. 105 y 168.)

Por último, añadiéndoles ácido cloridrico *exhalan ácido sulfídrico y dejan precipitar azufre dividido.*

Cuando se ha *descompuesto todo el sulfuro* toma el líquido algunas veces, como en Ax, en Bagneres-de-Luchon (fuente de la Reina) un *color blanco lechoso y aun azulado* segun la influencia de la luz. Estas aguas *blancas* no tienen mas que un debil olor sulfuroso, pero siempre ennegrecen los panes de plata y las soluciones de plomo etc.: el azufre se encuentra en ellas lo mismo poco mas ó menos que en el *magisterio de azufre* de las boticas, químicamente dividido y unido con un poco de hidrógeno ó de ácido sulfídrico. Los sulfitos en contacto con estas aguas las vuelven enteramente claras y disuelven el azufre pasando al estado de hiposulfitos.

Queda todavia que indicar una de las modificaciones de las aguas *degeneradas*, que es la de las aguas *hiposulfitadas* en que el azufre ha cambiado completamente de estado. No tienen olor sulfuroso, ó solo por su esposicion al calor le presentan parecido al de las pajuelas encendidas Ennegrecen muy poco ó nada los metales blancos y con las soluciones salinas de plata y de plomo solo producen un depósito pardo negruzco al cabo de algun tiempo. Añadiéndoles un ácido esparcen *olor de ácido sulfuroso y dejan precipitar azufre.*

Como se vé, hay ciertas variedades de aguas sulfurosas muy diferentes por sus propiedades químicas y que tambien lo son por las médicas; por lo demás es muy interesante conocerlas bien todas.

Examen químico de las diversas variedades de aguas sulfurosas intactas ó degeneradas.

1.° *Aguas sulfídricas.* En su exámen no hay mas que dosificar la proporcion del elemento sulfuroso por los métodos descritos antes y principalmente por la sulfidrometria.

La proporcion del azufre hallado, indica la del ácido sulfídrico porque:

100 de azufre=ácido sulfídrico 116,8.

2.° *Aguas sulfidratadas ó sulfuradas.* En la análisis de estas no tenemos solo que ocuparnos únicamente de la dosificacion del azufre, que se verifica como hemos dicho (V. pág. 322 y siguientes), sino de la naturaleza de los elementos mineralizadores, es decir si son de base de *sosa*, de *potasa*, de *cal*, de *hierro* (sulfuros de sodio, de potasio, de calcio, de hierro). Para llegar á esta determinacion pueden seguirse muchos medios.

Primer medio.

Cuando se evapora al aire libre hasta sequedad una agua de la clase de que nos ocupamos, se obtienen *hiposulfitos* entre los productos; algunas veces ha servido la naturaleza de estas sales para deducir la primitiva de los sulfuros. Esta es una mala indicacion como ya hemos consignado porque se verifican con frecuencia reacciones entre las sales durante la concentracion, y algunos hiposulfitos, como ha observado uno de nosotros en la análisis del agua de la fuente de la Pecherie en Enghien, tienen *base de magnesia* en vez de ser *calizos*, habiéndose inferido de esto muy equivocadamente la existencia primera de un *sulfidrato magnesiano.*

El hiposulfito calizo habia obrado sobre el sulfato de magnesia del agua y producido esta doble reaccion.

Debe pues abandonarse este medio secundario que por mucho tiempo ha servido para la apreciacion de los sulfuros de una agua mineral.

Segundo medio.

En una análisis del agua de Enghien (1) uno de nosotros ha empleado el ácido carbónico para llegar á la determinacion precisa de la naturaleza de los sulfuros contenidos en ella. En efecto, este ácido descompone completamente estos compuestos y elimina todo el principio sulfuroso uniéndose á las bases (2). El ácido sulfídrico no produce el mismo efecto sino mucho mas difícilmente sobre los bicarbonatos ó carbonatos solubles.

Por este medio es fácil llegar á la análisis de las aguas sulfuradas para conocer la naturaleza y la cantidad de sus sulfuros. Para ello tomemos como ejemplo una agua *sulfurosa sódica* ó una *caliza* que contenga en cada litro, sulfuro de sodio gr. 0,06 ó sulfuro de calcio gr. 0,1; despues de haber determinado aparte la proporcion del azufre, se empezará por añadir en el agua cloruro de bario en esceso sensible á fin de aislar sobre todo los carbonatos y los silicatos que podrian perjudicar á la operacion. Se trata el agua muy clara con ácido carbónico puro que se hace pasar formando una corriente sostenida hasta que no haya mas ácido sulfídrico. Hecho esto, se evapora hasta sequedad y el residuo se trata con alcool de 30° hirviendo en el ejemplo del *sulfuro sódico*: así se separará todo el cloruro de sodio ó de potasio que quedaba solo al lado del carbonato sódico producido. El peso de este carbonato bien aislado deberá ser igual á gr. 0,081 para gr. 0,0447 de sosa ó 0,06 de sulfuro de sodio.

En el otro caso en que el sulfuro es de naturaleza cálcica se hará la separacion del mismo modo y con igual facilidad, porque al lado del carbonato de cal formado no habrá mas que cloruro de cálcio muy soluble en el alcool.

Del peso de este *carbonato*, igual aquí á 0,132, llegaremos al del sulfuro de calcio gr. 0,10.

Como se ve, este método de análisis es fácil y se aplica á otros sulfuros ya de *potasio* ó de *magnesio*. Es mas ventajoso operar sobre una cantidad de muchos litros de agua mineral á fin de tener productos en proporciones bastante considerables: en último lugar por medio del cálculo se reduce todo á 1000 gr. de líquido.

Tercer medio.

M. Filhol á quien la hidrologia debe tan importantes trabajos sobre las aguas sulfurosas, ha aconsejado el uso del *carbonato* y *sulfato de plomo* (3) para llegar á la determinacion precisa de los sulfuros. Asi, sabiendo la cantidad de sulfatos ó de carbonatos que contiene una agua, añade á una cantidad conocida de esta agua sulfato ó carbonato de plomo bien puros y recien preparados, dejándolo por algun tiempo en contacto y agitándolo con frecuencia y despues lo filtra. El líquido evaporado da un producto que se analiza á fin de determinar en él el peso y la naturaleza de los carbonatos ó de los sulfatos estraños á los que existian antes de añadir las sales plúmbicas.

En los dos ejemplos que acabamos de poner, tendremos:

(1) O. Henry, padre. *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1857, t. XXIII, p. 110.
(2) O. Henry, padre *Journal de pharm. et de chim.* 2.ª série 1825. t. XI, p. 321.—*Journal de chimie med.* 1.ª série 1825. t. I p. 257.—*Annales des mines.* 1.ª série t. XII, p. 195.
(3) Filhol. *Eaux des Pyrénées.*

1.° Sulfato de sosa. . . 0,109 ó 1.° Sulfato de cal. . 0,187
2.° Carbonato de sosa. . 0,081 ó 2.° Carbonato de cal. 0,132
que representan:
1.° Sosa. . . . . 0,0477 para el sulfuro sódico. . . 0,06
2.° Cal. . . . . 0,077 para el sulfuro cálcico. . . 0,10

Cuarto medio.

Uno de nosotros (1) ha sustituido á las sales de plomo propuestas por M. Filhol, el *fosfato de plata* recien preparado y como simple modificion. Existiendo los fosfatos naturalmente en las aguas en pequeñísimas proporciones es fácil reconocer y apreciar los que se producen por doble descomposion con la sal de plata citada antes.

Se añade pues al agua mineral, pesada y convenientemente tratada por el cloruro de bario, una papilla clara de fosfato de plata y despues de repetidas agitaciones se deja reaccionar: es preciso que el líquido esté perfectamente neutro. Se filtra y se evapora hasta sequedad ó poco menos: se trata entonces con alcool rectificado hirviendo, lo que queda insoluble contiene el *fosfato de sosa* que *purificado*, *seco* y *pesado* conduce á tener la proporcion de la sosa y despues la del sulfuro de sodio 0,06.

Supongamos que se trate del agua mineralizada por el *sulfuro de calcio*, en este caso es preciso buscar en el depósito insoluble el fosfato de cal formado. Se tratará con ácido azoótico muy diluido y al líquido filtrado se añadirá un gran esceso de amoniaco; el *fosfato calizo solo* se precipitará, lavará y recojerá secándolo despues.

De su peso llegaremos al de la cal y de éste á la proporcion del *sulfuro de calcio* gr. 0,10.

3.° *Aguas sulfidratadas sulfídricas.*—Las aguas de esta categoría son bastante numerosas y por lo general frias: comprenden mas particularmente las que contienen *sulfuro de calcio* acompañado de *ácido sulfídrico* y *carbónico libre* y además de *bicarbonato de cal* (las de Enghien, de Pierrefonds, de Euzet, de Schisnack, de Montbrun, etc., son ejemplos de ello). Sin embargo se ve que á la vez tienen *sulfuros de sodio* y *de magnesio* al lado del anterior, como son las de Challes en Saboya, de Marlioz id., de Labasserre, de Gazost, de Montelimat Vaucluse, etc., (2).

En la análisis de esta variedad de agua es útil determinar la proporcion del azufre, del *ácido sulfídrico libre* y del que se halla combinado en estado de *sulfuro*.

Para conseguirlo se han seguido diferentes procedimientos.

Determinacion de la proporcion de los sulfuros y de la del ácido sulfídrico libre.

Longchamps en su análisis del agua de Enghien (3), habia propuesto

(1) O. Henry, padre. *Journal de pharm.* 3.ª série, 1854.
(2) Estas aguas parecen producirse todas secundariamente por la reduccion de ciertos sulfatos bajo influencias orgánicas: modo de formarse que generalmente admiten en el dia todos los geólogos, y puede producirse artificialmente. Hace poco que uno de nosotros ha visto la prueba evidente en Monbrun (Drome) cuya agua sulfurosa fria se cree emanada de los yesos esplotados en el valle. En una de estas canteras abiertas, hemos recogido fracmentos de roca de olor sulfuroso y petrólico de los mas marcados, y además el agua que fluia de las bovedas de sulfato calizo presentaba tambien el mismo carácter sulfuroso. Por lo demas es un dicho comun en el pais que las aguas minerales de Monbrun se forman en lo que se llama los yesares, y los obreros dicen que con frecuencia se ven en las mismas cascadas de agua enteramente semejantes á las de las fuentes sulfurosas próximas.
(3) Longchamps. *Analyse de l'eau sulfureuse d' Enghien.* 1826. foll. en 8.°

emplear el vacio de la máquina neumática. Así, apreciando la cantidad del sulfuro de cobre que da un peso conocido del agua mineral, esponia en el vacio otro peso análogo de agua y despues de hacer funcionar la bomba por algun tiempo, buscaba la cantidad del mismo sulfuro que producia el líquido. La pérdida representaba para él el ácido libre.

Este medio ingenioso no da buen resultado mas que cuando falta completamente el ácido carbónico tambien libre, lo cual es una circunstancia rara. Uno de nosotros (1), ha hecho ver que en el caso en que exista al mismo tiempo este ácido y en proporcion un poco notable, una parte del sulfuro se descompone y produce ácido sulfídrico procedente del mismo. Vauquelin (2) ha demostrado además que el ácido sulfídrico en contacto con un carbonato en el vacio no descompone en este caso el menor vestigio de carbonato y por el contrario que otra cosa sucede cuando es el ácido carbónico el que está en contacto en el vacio con un sulfuro.

Es preciso pues recurrir á otros medios. Se ha determinado por el cálculo y agrupamientos teóricos la composicion del agua analizada, en sus elementos, asignando las bases á tales ó cuales ácidos, y algunas veces se ha podido apreciar algo hipotéticamente sin embargo, la existencia de un escedente de ácido sulfídrico libre.

Tambien se ha empleado el protosulfato de manganeso ó el de cinc, añadiéndoles á una agua del género de la que aquí nos ocupa y despues destilándolo: solo el *acido sulfídrico libre* debia ser desalojado. Pero Vauquelin ha hecho ver que por la presencia simultánea de los *bicarbonatos* se formaban con las sales de cinc y de manganeso, carbonatos que obraban sobre el hidrógeno sulfurado libre, lo que daba lugar á sulfuros insolubles y engañaba al operador. El medio no podia pues tener éxito mas que cuando faltaban los bicarbonatos, cuyo caso es muy raro.

M. Nivet (3), ha propuesto tambien un medio que tiene analogía con los anteriores, y que, diremos en dos palabras.

Para separar el ácido sulfídrico libre de los sulfuros echa gota á gotaen un litro de agua mineral recien cojida del pozo de la Pez una solucion de ácido arsenioso, tapa el frasco y al cabo de algunas horas filtra y recoje el sulfuro de arsénico.

El agua madre se mezcla con una nueva cantidad de ácido arsenioso y despues se añade lentamente y gota á gota el ácido clorídrico diluido en agua destilada. El nuevo precipitado indica el azufre de los sulfuros.

Por último M. Chevreul habia aconsejado mucho tiempo antes con el mismo objeto el siguiente procedimiento.

Para la dosificacion del ácido sulfídrico libre, se agitará el agua con mercurio que se ennegrece: operando debajo de una campana queda hidrógeno puro y segun su cantidad se conocerá la del azufre que estaba combinado con él. Si además hubiese un sulfuro, el agua será tambien sulfurosa se ennegrecerá con las sales de plata ó de plomo y desprenderá ácido sulfídrico con un ácido mas fuerte.

Si el hidrosulfato está sulfurado, con ácido cloridrico diluido se tendrá un depósito lechoso de azufre cuyo peso se determinará.

Para conocer el azufre que se halla en estado de hidrosulfato se hace pasar un esceso de cloro que dará todo el azufre en estado de á cido sulfúrico y se transformará en sulfato barítico. En seguida se tomará una canti-

(1) Henry. *Examen critique de l' analyse de l' eau de Enghien* por M. Longchamps en respuesta á este químico, 1826, foll. en 8.°—*Journal de parmacie*, 2.° série, 1826. t. XII, p. 341.
(2) *Journaal de pharm.* 2.° série 1825, t. XI p. 124—*Journal de chim méd.* 1.° série t. I, p. 249.
(3) Nivet. *Etudes sur les eaux minerales du departement du Puy-de-Dome.* t. XXII de los *Annales d' Auvergne*, 1849, p. 177.

dad igual de agua, en la que se apreciará el esceso de ácido libre formando una sal de barita. Se verá entonces la cantidad de azufre que corresponde á este sulfato y se restará; 1.° la que se ha reconocido con el mercurio que pertenece al ácido libre; 2.° la que se ha reconocido con un ácido que está en esceso: la diferencia representará el azufre del ácido sulfídrico que se halla en estado salino.

Nosotros, sin embargo, preferimos el procedimiento siguiente, que es sencillo y directo: consiste en determinar primero el valor sulfuroso de una agua mineral por los métodos descritos antes: hecha esta apreciacion, se toma una nueva cantidad conocida de la misma agua, y se añaden en un frasco enteramente lleno, panes ó laminitas de plata bien limpias. Se dejan en contacto mientras el metal se cubre de una capa negra ó pizarreña, y despues se deposita y decanta un peso conocido de líquido, cuya potencia sulfurosa se determina como hemos dicho arriba. Reduciendo los dos ensayos á una misma cantidad de agua, la diferencia obtenida de menos representa la cantidad de ácido sulfídrico libre, el resto se atribuye al sulfuro: asi en el ejemplo que hemos puesto, ácido sulfídrico libre gr. 0,04 y sulfuro de calcio gr. 0,1 con sulfuro de magnesio gr. 0,03 y tendremos:

1.° Azufre 0,0376 del ácido libre.
2.° Azufre 0,0665 de los dos sulfuros.

Hé aquí otros métodos que tambien pueden citarse.

El siguiente le recomiendan MM. Fresenius y Saac.

Se echa en el agua un poco de solucion de ácido arsenioso, se lava bien el cuello del frasco y se deja depositar, el todo se echa sobre un filtro pesado de antemano, donde se lava bien con agua fria el precipitado, desecándole en seguida á 100.° y pesándole. Así tendremos todo el azufre. Si el agua no es alcalina, indica que no hay mas que ácido sulfídrico; y si lo es, proviene de la presencia de un sulfuro alcalino.

En caso que el agua contenga sulfido-hídrico y un sulfuro alcalino, hé aquí como se puede operar: despues de haber dosificado todo el azufre como anteriormente, se determina en una segunda porcion el hidrógeno sulfurado libre que se encuentra en él: se pone en digestion por mucho tiempo el agua en un balon con un esceso de magnesia pura, que absorve el ácido carbónico y el ácido sulfídrico libre.

Se hace hervir la mezcla, y se hacen pasar por medio de un tubo los vapores formados de vapor de agua y de este ácido á otro balon enfriado, en que se ha introducido una solucion de ácido arsenioso. Así se forma sulfido arsenioso (oropimente), que se dosifica como antes.

Por la diferencia tendremos la cantidad de azufre en el ácido sulfídrico° libre. Este procedimiento está fundado en que el sulfuro de magnesia á 100. se fracciona en ácido sulfídrico y en magnesia (Berzelius).

El procedimiento por el ácido arsenioso le habia ya puesto en práctica Anglada. Hé aquí lo que dice con este motivo (1):

«En mis investigaciones sobre las aguas sulfurosas de los Pirineos he utilizado algunas propiedades del ácido arsenioso. He sacado partido de la propiedad que tiene de teñir instantáneamente de color amarillo la solucion acuosa del ácido sulfídrico libre, produciendo poco despues un precipitado del mismo color, que se considera como oropimente, en vez de que si se hace obrar sobre una solucion de hidrosulfato neutro, el color amarillo no se manifesta mas que cuando se añade un ácido mas poderoso que obliga al ácido sulfídrico á salir de su estado de combinacion, etc.»

(1) Anglada. *Memoires pour servir à l' histoire des eaux sulfureuses et des eaux thermales*, 1827, t. II. p. 162.

Segun el mismo autor, el tartrato antimoniado de potasa en una agua que contenga gr. 0,0000025 de sulfuro de sodio, añadidos á un gramo de agua dá tambien un tinte amarillo, que apenas puede apreciarse, con el azoato de plata.

Determinacion de la naturaleza y proporcion de los sulfuros.

No repetiremos lo que hemos espuesto detalladamente con este motivo respecto de las aguas *sulfuradas* ó *sulfidrataadas*, porque los procedimientos que se siguen son casi los mismos. No obstante, por lo comun á causa de la presencia simultánea de los ácidos sulfídrico y carbónico libre, y además de los carbonatos de cal, es menester desembarazarse de ellos antes de obrar. Asi se procurará absorver el primero con panes de plata, y los otros agitando el agua siempre sin aire con una cantidad conocida de magnesia cáustica (V. *Aguas acídulas bicarbonatadas*). Entonces se operará sobre el líquido decantado claro, y apreciado en peso conocido siguiendo la marcha de los modos segundo, tercero y cuarto descritos respecto de las *aguas sulfuradas* (V. estos modos).

Cuando haya dos sulfuros, de *sodio* ó de *calcio*, ó de *calcio* y de *magnesio*, se seguirá la marcha que tambien hemos indicado anteriormente en las aguas salinas para la determinacion de la sosa ó la potasa, de la cal y de la magnesia (V. estos artículos).

Del peso de los *carbonatos*, *sulfatos* ó *fosfatos* de estas diferentes bases, deberá deducirse el de estas; y se llegará á la valuacion exacta de los sulfuros buscados de sodio, de calcio, de magnesio y de hierro.

De los sulfidratos de sulfuros.

Hemos dicho antes que se habia procurado admitir la existencia de estos compuestos definidos en ciertas aguas minerales, principalmente en la mayor parte de las de los Pirineos: opinion contradictoria á la de Anglada, que en sus escelentes investigaciones habia admitido que el elemento sulfuroso de estas aguas es un *monosulfuro de sodio*. Longchamps, Orfila, Pailhasson, Boullay, O. Henry, Aubergier, etc., habian participado de la opinion de Anglada, y muchos habian presentado pruebas en confirmacion de ella. Asi se habia visto al apreciar aisladamente todas las bases, los ácidos y el azufre, que la cantidad de *sosa* que queda para el sulfuro, producia un *monosulfuro*. Algunas soluciones neutras de sulfato de cinc y de manganeso habian precipitado marcadamente todo el azufre sin eliminar el ácido sulfídrico: el hidrógeno igualmente no habia desprendido ningun vestigio apreciable de este ácido.

Pero sobre todo M. Filhol (1) es quien decidió completamente la cuestion. Este químico, insistiendo sobre algunas esperiencias ya hechas, reconoció operando comparativamente sobre los *monosulfuros* y sobre los *sulfidratos de sulfuros*, que, tratándolos con sulfato de plomo ó con carbonato de este metal, los *monosulfuros* se habian descompuesto completamente produciendo un *líquido neutro*; mientras que los *sulfidratos de sulfuros* daban al lado del sulfuro plúmbico un *líquido acidulado* por el ácido sulfúrico ó por el carbónico.

La opinion de la presencia de estas *bisales* en las aguas de los Pirineos, se ha desechado completamente en el dia por la mayor parte de los químí-

(1) Frilhol. *Eaux des Pyrenees, loc. cit.*

cos. No nos detendremos mas en esto, y pasaremos á la investigacion de otros estados de sulfuracion, ó de otros principios que existen tambien en las aguas sulfurosas.

Aguas sulfurosas degeneradas.

Hemos dicho lo que se comprendia bajo esta denominacion. La determinacion de las sales sulfuradas que las mineralizan, consiste en apreciar por una parte la proporcion completa del azufre por la sal de plata, mejor que por el sulfidrómetro, y si se opera sobre una agua *polisulfurada*, en buscar en seguida la cantidad de las bases por medio del sulfato de plomo ó del fosfato de plata (V. anteriormente p. 329).

Si se trata de una agua *hiposulfitada*, se practica la misma determinacion del azufre, por medio del método designado, ó bien con el cloro, convirtiendo el hiposulfito en sulfato, y apreciando despues las bases con el ácido sulfúrico, calentándolo y evaporándolo hasta sequedad. Del peso de los *sulfatos* formados, se deduce el de los hiposulfitos que se buscan.

Yoduro y bromuro de las aguas sulfurosas.

La presencia del yodo y tambien la del bromo se habia indicado en ciertas aguas sulfurosas, y como podia esplicar algunas de sus propiedades médicas, se ha tratado de confirmarla y buscarla en otras muchas.

Asi es que uno de nosotros la habia reconocido y determinado en el agua sulfurosa de Challes, en Saboya, en las de Saxon en el Valais, de Uriage y de Montelimart, en Francia, y sobre todo en muchas fuentes de la cadena de los Pirineos, Cauterets, Bagneres, Gazost, etc., como tambien en la baregina de estas aguas (1). Otros muchos químicos y particularmente M. Filhol confirmaron su existencia del mismo modo que la del bromo.

Pero lo que especialmente se habia notado y repitieron bastantes hidrólogos, es que la existencia de los principios sulfurosos al lado de los yoduros y de los bromuros, paraliza los efectos producidos por ciertos reactivos especiales de estos últimos elementos mineralizadores. Se ha reconocido, pues, la necesidad de destruir ó de quitar todo el azufre, antes de ocuparse en investigar el yodo y el bromo. Nada mas fácil que conseguirlo: basta *desulfurar* préviamente el agua mineral, ya agitándola con un poco de sulfato ó de carbonato de plomo, ya echando gota á gota en ella sulfato de cinc, y filtrando el liquido: se aplican entonces los diversos procedimientos que hemos propuesto para la apreciacion de los yoduros y bromuros contenidos en las aguas minerales (V. estos procedimientos p. 264 y 269). Son numerosos y variados, y consisten:

1.° Unas veces en evaporar el agua hasta sequedad, despues de haberla mezclado con potasa muy *pura* y en aislar por medio del alcool las sales yódicas y brómicas para valuar sus cantidades.

2.° Otras, en precipitarlas en forma de sales de plata por medio del azoato argéntico y en someter los productos obtenidos á los métodos indicados (V. lo que hemos dicho p. 266 y siguientes), y sobre todo á la accion del cianuro de plata y del cloro.

Para completar la análisis de las aguas sulfurosas, resta valuar las diversas sustancias asociadas con los principios sulfurados yódicos y brómicos que acabamos de recorrer. Sus proporciones se determinarán por los medios ya

(1) *Journal de pharm.* 3.ª série, t. VII. p. 15.

indicados respecto de las *aguas salinas* (V. anteriormente los detalles relativos á estas aguas), únicamente será menester quitar de antemano todo el azufre de los sulfuros ó del ácido sulfídrico, desulfurándolas por la mezcla con los panes de plata, y haciendo pasar por ellas una corriente prolongada de ácido carbónico: teniendo presente, que suponiendo conocido un sulfuro, se deberá tener en cuenta la cantidad de carbonato que debe producir entonces el ácido carbónico. Lo demas de la análisis se verificará como hemos dicho respecto de las *aguas puramente salinas*.

Carbonato y silicato.

En las aguas sulfurosas sulfidratadas calizas y sulfídricas frias, cuya formacion bien reconocida en el dia, se verifica por la reduccion de los sulfatos de cal y de magnesia en presencia de materias orgánicas hidrocarbonadas, se nota siempre la existencia de los carbonatos térreos, y parece tambien ligada con los fenómenos de la sulfuracion. No sucede lo mismo, al menos en la opinion de muchos químicos, con las aguas *sulfurosas sódicas termales*, que salen de ciertos terrenos primitivos graníticos; muchos no admiten en ellas carbonatos sino únicamente silicatos. Anglada, no obstante, ha admitido que las de la cadena de los Pirineos Orientales contienen sensiblemente carbonatos. M. Filhol es tambien de este parecer. M. Aubergier ha considerado la sílice como capaz de descomponer los sulfuros, eliminando su ácido sulfídrico; mientras que otros han atribuido el desprendimiento de este ácido á la accion del ácido carbónico. MM. Bouis, padre é hijo, han sido de la misma opinion que M. Aubergier, respecto de las aguas de Olette. Sin embargo, lo cierto es que, añadiendo á las fuentes en ciertas aguas sulfurosas de los Pirineos cloruro de bario mezclado con amoniaco, hemos obtenido un precipitado, que, lavado, seco y pesado con cuidado, contenia sulfato, fosfato y sobre todo silicato barítico, y tambien algunos vestigios de carbonato (1). En efecto, colocado en una campana graduada debajo del mercurio, dió gas carbónico, acerca de cuya existencia no cabia duda, y se encontraron al mismo tiempo sulfitos cuyo ácido absorvió el borax. En el resíduo, se reconoció por otra parte la existencia de bastante ácido silícico.

De la glairina y de la sulfuraria.

Ya hemos hecho mencion de esta materia, que Anglada decia que era de naturaleza *pseudo-orgánica*, y la designaba con el nombre de *glairina*; mientras que Longchamps la llamada *baregina*. Acompaña á todas las aguas sulfurosas, particularmente á las de los Pirineos ó á las que son análogas á ellas. La sulfuraria, que segun muchos químicos parece ser una emanacion de la primera, lo cual no admite M. Alibert, caracteriza tambien todas las aguas sulfurosas, como igualmente las que han dejado de ser tales.

Poco tenemos que decir sobre estas materias consideradas bajo el punto de vista químico: además bajo el aspecto botánico ó mineralógico, ya en esta obra nos hemos estendido algun tanto sobre ellas.

Es bastante difícil saber exactamente lo que estas aguas contienen, y las valuaciones de este género en las análisis dejan mucho que desear.

M. Anglada las apreciaba por la pérdida de ciertos residuos, despues de la calcinacion.

Como composicion química la glairina recojida en diversas fuentes (Aix,

(1) *Journal de pharm.* 3.ª série, t. VII, p. 15.

Bareges, Cauterets, Saint Honoré, Olette, Gazost, Labassere, Bagneres de Luchon, etc) ha producido resultados bastante análogos.

Despues de haber hablado como especies botánicas de las confervas de muchas aguas minerales sulfurosas y alcalinas, que comprenden principalmente esta materia *glairiforme* designada con los nombres de *baregina*, *glairina* y *pireneina*, asi como la enteramente particular, llamada *sulfuraria*, añadiremos algunas palabras sobre los caractéres químicos que han suministrado á diferentes analizadores, y que principalmente están descritos en las memorias de Anglada, y reproducidos en las obras de MM. Filhol y Fontan.

De la materia orgánica en disolucion en las aguas minerales principalmente sulfurosas.

1.° El agua suficientemente concentrada es de color amarillo mas ó menos intenso, exala un olor sensible de caldo: el mismo efecto produce la materia del agua de Plombieres.

2.° Evaporado hasta sequedad á un calor muy suave el resíduo de la evaporacion de estas aguas es de color amarillo parduzco que se ennegrece y se carboniza por el calor: este resíduo amarillento se disuelve en parte en el agua; sin embargo, una pequeña cantidad de estas materias orgánicas se resiste á la disolucion.

3.° Si se calienta esta sustancia amarillenta hasta el punto de carbonizarla, es fácil demostrar que se desprende un poco de amoniaco.

4.° El resíduo carbonoso contiene un poco de cianuro alcalino, porque si se trata con agua y una sal de hierro, dá una pequeña cantidad de azul de Prusia.

El ácido acético no enturbia esta solucion: lo cual distingue esta sustancia de la que Vauquelin habia encontrado en Plombieres.

Esta solucion precipita además de color blanco amarillento abundante con las *sales de plomo*, el precipitado se ennegrece cuando se calienta un poco, y dá lugar á un desprendimiento de amoniaco.

El azoato de plata forma con ella un precipitado blanco, que se vuelve bien pronto rojizo; pero de un color muy diferente del que toma el cloruro argéntico espuesto á la luz. Esta reaccion tiene alguna analogía con la que en las mismas circunstancias produce el ácido crénico.

El cloruro de oro dá con lentitud un precipitado en que se puede reconocer materia orgánica.

El precipitado amarillento, desecado con cloruro mercurioso y calcinado, no se carboniza sino muy lentamente.

Ademas uno de nosotros ha reconocido tambien que, descompuesta convenientemente, dá siempre *yodo*, y que tratándola con potasa en solucion ó con ácido fluorídrico diluido, algunos ejemplares de glairina procedentes da Bareges, de Cauterets, de Carcanieres, de las aguas de Olette ó de Gezost, etc., perdian una fuerte proporcion de sílice, dejando entonces mas manifiestas las confervas; añadiendo que la untuosidad de esta glairina podia referirse en gran parte á las sales de sosa alcalinas, sobre todo carbonato y silicato que existen en la masa mucosa: diremos tambien que, segun Anglada, dicha materia orgánica tiene bastante tendencia á desempeñar el papel de un ácido en presencia de ciertas bases; y que por último, segun M. Filhol, obrando sobre ella el ácido azoótico, la descompone y dá lugar á acido xanto-protéico, lo que parece indicar á este químico que puede ser una mezcla de materia albuminoidea y de una especie de celulosa, justificando en este caso la denominacion que algunas veces se le ha dado de

materia *vejeto-animal*. Por lo demás, M. Bouis, hijo, habia visto igualmente respecto de la glairina de las aguas de Olette, que producia mas de 50 p% de sílice, y estableció que parece presentar una analogía bastante notable con las materias albuminoideas protéicas.

De la análisis volumétrica ó por medio de los licores graduados: sus aplicaciones á la análisis de las aguas minerales.

Acabamos de hablar minuciosamente de muchos procedimientos que se emplean para la investigacion y apreciacion rigurosa de los principios que mineralizan las aguas minerales. Estos procedimientos, como puede conocerse fácilmente, son con frecuencia largos y difíciles y exijen casi siempre el uso de los pesos. Por otra parte no son practicables mas que en los laboratorios y lejos de las fuentes.

A fin de obviar esta dificultad, creemos que es fácil para la determinacion de un gran número de elementos mineralizadores de las aguas, emplear un método de análisis designado con el nombre de *volumétrico* porque presenta con una precision generalmente muy satisfactoria una gran rapidez de ejecucion, y que puede desde luego hacerse en las mismas fuentes, cuando se tienen todos los medios necesarios para practicarle. Diremos primero algunas palabras sobre este método analítico que de dia en dia tiende á generalizarse, reemplazando al de los pesos.

La análisis volumétrica ó por los licores graduados, data sobre todo de la época en que Descroizilles propuso sus medios *acidi* y *alcalimétricos*.

Desde entonces acá ha tenido numerosas y muy diversas aplicaciones en los escelentes trabajos de Gay-Lussac sobre los *ensayos de la plata* por la via húmeda, la graduacion de los *cloruros de cal*, y la sulfidrometría de Dupasquier: las dosificaciones del *cobre*, del *arsénico* y del *hierro*, del *oro* y de los *sulfuros* debidas á MM. Pelouze, Lassaigne, Fremy, Margueritte, O. Henry, padre, Mialhe, etc.; están tambien fundadas en el método de análisis de que hablamos, y lo mismo sucede con los medios indicados para la dosificacion de la *glucosa* en la orina diabética, ó en el *azucar de leche*, asi como las del *ázoe*, *ácido carbónico*, *amoniaco*, etc., por MM. Trommer, Frommerz, Poggiale, Barreswil, Peligot, etc. Podríamos citar otros ejemplos, entre ellos algunos que se refieren principalmente á la análisis de las aguas minerales.

La obra enteramente especial sobre este método de análisis publicada en Alemania por M. Mohr (1), lo mismo que la de Will (2) describen todo lo que á él se refiere: aconsejamos al lector que las consulte, y en cuanto á nosotros que vamos á hacer varias aplicaciones de este método en la análisis de las aguas minerales, tomaremos con frecuencia de ambos autores muchos medios que juzgamos los mas ventajosos en este caso.

Antes de hacer estas aplicaciones, debemos decir como punto de partida, en qué principios se funda la análisis volumétrica, y qué se entiende por *licores graduados*.

El objeto que se quiere conseguir es el siguiente: obtener en un espacio de tiempo bastante corto los resultados á que no se llega sino despues de considerables dilaciones, evitando por una parte los pesos, y por otra consiguiendo operar sobre las aguas en el punto de donde salen.

La mayor parte de los resultados que se buscan se consiguen añadiendo á cantidades conocidas de aguas minerales ó á diversos productos for-

(1) F. Mohr *Traité d' analyse chimique à l' aide des liquens titrées*, trad. por Forthomme. Paris Nancy, 1857, 8.

(1) Will *Traité d' analyse chimique*, trad. por J. Risler, Paris 1857, en 8.

mados durante su análisis otras igualmente *conocidas, de ciertas soluciones* que determinan en ellas efectos fáciles de apreciar.

La indicacion de la cantidad del reactivo empleado para producir el efecto, conduce á la de tal ó cuál sustancia que existe en el agua analizada.

Así, por ejemplo, supongamos que á un litro de una agua cualquiera se haya añadido un gramo de cloruro de bario cristalizado muy acidulado para determinar un precipitado blanco insoluble, sabremos que existen en esta agua gr. 0,367 de *ácido sulfúrico real, libre ó combinado.*

Cuando en vez de la sal de barita se haya tomado un gramo de *azoato de plata cristalizado* y muy acidulado, para conseguir un precipitado blanco requesonado soluble en el amoniaco, diremos que habia: cloro gr. 0,208 para el cloruro; bromo gr. 0,47 para el bromuro.

Los líquidos graduados son numerosos y varios, y consisten en soluciones hechas en proporciones exactas, de *ácidos*, de *óxidos*, de *sales*, de *sustancias simples* ó algunas veces de naturaleza *orgánica.*

Describiremos en seguida los líquidos que pueden servir para la análisis de las aguas minerales ó de otras.

Se hacen del modo siguiente, bien sean á un décimo, vigésimo ó cincuentésimo, aunque nosotros elejimos los de á un vigésimo. Se toma una cantidad de agua ó algunas veces de alcool medida con mucha exactitud, por ejemplo, 100 cent. cúb. ó lit. 0,1, y se le añaden 10, 5 ó 2 gramos de una sustancia cualquiera, que en lo posible se escoje en cristales bien definidos, secos, aunque no eflorecidos; cuando se ha verificado completamente la solucion, se filtra con cuidado por un papelito, y se restablece el volúmen primitivo. Cada décima de volúmen representa, pues, ó un gramo de la sustancia que sirve de reactivo, ó 0,5 ó 0,2 únicamente, segun que estén los líquidos graduados á $\frac{1}{10}$ — á $\frac{1}{20}$ — ó á $\frac{1}{50}$ —

Siempre que sea posible, debe preparar estos líquidos el mismo que analiza y renovarlos con frecuencia sino se hacen estemporáneamente.

Ahora, teniendo dichos líquidos, es menester emplearlos, reemplazando con ellos los pesos y las balanzas de precision ó cualesquiera otras. Para conseguirlo se emplean aparatos graduados con mucha exactitud ya en litros y sus divisiones, ya en centímetros cúbicos. En el primer caso, se usa un frasco que sirve para tomar de las fuentes cantidades determinadas de agua mineral.

El frasco aconsejado por M. Mohr contiene, llenándole hasta la línea de enrase un litro justo de agua destilada á la temperatura de 11.° R (13.° 75 centígrados).

Es pues fácil, consultando la temperatura en el mismo instante en que se opere, reducir por un simple cálculo el volúmen de agua mineral, al que deberia tener á 11.° R.

Método directo, método indirecto inverso, ó por diferencia.

La ejecucion del método que nos ocupa puede hacerse directa ó indirectamente. En el primer caso se trata de producir una precipitacion, un cambio de aspecto ó un efecto cualquiera, echando poco á poco porciones de la solucion graduada, mientras se produce este efecto ó hasta que se produzca. En el otro, se echa un gran esceso de la cantidad de reactivo necesaria para esta manifestacion; pero determinando lo que se ha empleado de él: entonces se investiga por un ensayo aparte con los líquidos graduados lo que queda intacto del reactivo, y despues por la pérdida ó por

la diferencia se ve lo que se ha consumido, y se sacan las consecuencias que se buscan.

Es, pues, un modo indirecto de llegar al resultado, y al que M. Mohr, llama por diferencia (1) y nosotros hemos dicho *inverso* (2): tiene el inconveniente de que hay que graduar dos líquidos; pero tambien presenta alguna ventaja, cuando las sustancias que se quieren precipitar son fácilmente alterables, y pueden, durante el tanteo que se hace añadiendo los líquidos, modificarse sensiblemente; porque este inconveniente se evita, pues que la accion es inmediata.

Los demas instrumentos son muy pequeños, y se llaman *bombillas* y *buretas*: casi siempre están divididos en centímetros cúbicos, y con ellos se echan en las aguas ó en alguno de los productos que dá la análisis los licores graduados.

Las bombillas son de formas y dimensiones muy variadas. Unas veces son cilindros algo ensanchados en algunas partes y graduados en toda su estension en divisiones iguales conocidas. Se pueden construir de modo que cada division represente un cént. cúbico: fácilmente se comprende que con tales instrumentos puede llegarse á una aproximacion muy grande. Otras veces son tubos bastante anchos, abiertos por la parte superior y terminados por tubitos encorvados, formando pico y constituyendo lo que se llaman buretas.

La bureta que generalmente se emplea en Francia es la que ideó Gay-Lussac. En ella el principio de las divisiones está mas bajo que el orificio del tubo estrecho, pero esto no es inconveniente porque nunca se calcula la cantidad que se echa, mas que por el número de las divisiones que quedan vacias en el tubo grueso. Este instrumento es bastante frágil, por lo que conviene colocar entre los dos tubos en su parte media y en la superior taponcitos de corcho ó de papel que se sujetan con un hilo encerado y muy fino.

Para que sea mas cómodo el uso de esta bureta, se ha modificado de diferentes maneras. Así es que M. Geisler (de Bonn), coloca el tubo pequeño en el interior del grande. Otros autores han aconsejado ya adelgazar la parte inferior del tubo grueso y unirle con el pequeño por medio de un tubo de goma elástica atado fuertemente con un hilo metálico, ya cerrar el tubo grueso con un tapon bañado con cera y por el que atraviese el tubo delgado

Por último M. Mohr aconseja tambien las siguientes formas como modificaciones acertadas que se aplican á la bureta de Gay-Lussac. Con frecuencia es difícil echar con mucha exactitud el número de gotas que se quieren estando á la vez ocupados en observar el líquido que se satura y el instrumento que se tiene en la mano. En este caso se puede colocar este último sobre un pié de madera, tapar el tubo grueso con un buen tapon atravesado por un tubo horizontal y soplando por este con mas ó menos fuerza, se hace salir el licor graduado gota á gota ó á chorro contínuo. En fin aspirando muy lijeramente se puede hacer entrar en el orificio del tubo pequeño la última gota que vaya á caer y que en el instrumento ordinario es con frecuencia difícil que no se vierta.

Hoy otra modificacion de la anterior que no consiste mas que en estar interiormente el tubo pequeño.

Por último indicaremos todavía otra disposicion. Consiste en un tubo estrecho y encorvado que está simplemente colocado en lo interior de otro mas ancho graduado. Para que su manejo sea mas fácil, se coloca en un sustentáculo y por medio de una tuerca se sujeta de modo que pueda inclinarse con la mano mas ó menos y dejar salir fácilmente el líquido. La bureta graduada

(1) Mohr, *Traite d' analyse chirurgique par les liqueurs litres*, 1857.
(2) *Journal de pharm. et de chim.*, 3.ª serie, 1847, t. XI, p. 5.

puede tambien fijarse á un pié y terminar en una llave por la parte inferior. M. Mohr ha sustituido á la llave un método para cerrar segun se quiera por la parte superior ó la inferior las bombillas de que hablamos. Para ello, las construye de modo que la parte inferior de la bombilla es delgada y comunica con un tubo tambien terminado por una punta cortada en bisel. La comunicacion se establece por medio de un tubo de goma elástica vulcanizada que puede comprimirse por una especie de garra metálica. Apretando las dos placas colocadas á la estremidad se separan ambas ramas y por consiguiente se vierte el líquido; cuando por el contrario se aflojan, su misma elasticidad les hace recobrar su primera posicion.

Se dispone la bureta sobre un sustentáculo manteniéndola perpendicular para lo cual se sujeta con una tuerca y nada mas fácil de manejar que este ingenioso instrumento. M. Mohr aconseja muchas precauciones en la construccion de su bombilla. Primero sumerje la estremidad adelgazada del aparato en parafina: entonces, dice él, que las gotas son mas pequeñas y nunca por efecto de la capilaridad sube el líquido por la pared esterior del tubo. Como se coloca sobre la base del sustentáculo la vasija de vidrio en que se ejecuta la esperiencia, y siempre tenemos un fenómeno, ya de precipitado, ya de coloracion, es conveniente hacer esta base de porcelana blanca ó de madera pintada de este color. Por último el autor recomienda cerrar estas bombillas cubriéndolas simplemente con una bola de piedra ó de mármol que tape herméticamente, sobre todo cuando se ha tenido cuidado de desgastar en forma de cono la arista interna del borde superior del tubo, lo cual se consigue sin dificultad, poniendo un cono de plomo en el árbol de un torno y haciéndole girar sobre su eje.

La pinza metálica puede reemplazarse por medio de dos varillas de vidrio encorvadas y separadas por un fragmentito de corcho. Cuando la bombilla está montada, su parte inferior comunica con la punta por medio de un tubo de goma elástica, las ramas de vidrio se hallan separadas por dos pedacitos de tubo de goma elástica y por consiguiente apretándolas por una estremidad la goma elástica dilatada deja pasar el líquido.

No daremos mayores detalles sobre este punto. En la obra de M. Mohr pueden, por otra parte, encontrarse muchos datos sobre estos instrumentos y otros varios, en los que seria supérfluo detenernos aquí.

Por último; cuando hay que añadir casi gota á gota ciertas soluciones de licores graduados generalmente á un grado muy bajo, se puede emplear una bombilla cuya bola remata en dos puntas capilares adelgazadas; por la superior se aspira el líquido graduado para hacerle entrar en la bola, y por la inferior que está muy adelgazada se deja caer gota á gota en las soluciones que se quieren dosificar.

La bombilla se conserva en el frasco que contiene el licor graduado que sirve para los ensayos. (1)

Diremos únicamente que se debe tener cierta precaucion en las afusiones de los licores graduados y que sobre todo al fin del ensayo deben hacerse gota á gota y á ciertos intérvalos, porque con frecuencia las reacciones que se esperan no se verifican instantáneamente sino que se producen con alguna lentitud. Por lo demás, cuando los licores están graduados, sobre todo á un grado muy bajo, se concibe que la adicion de una, dos ó tres pequeñas divisiones no representa mas que proporciones mínimas de reactivos y que desde luego los errores por esceso son tambien casi insignificantes.

Espuestos todos estos principios, aunque sucintamente, vamos á ocu-

(1) Dispuesta asi esta bombilla se emplea con frecuencia para los ensayos al peso: se toma el peso total primitivo, despues se ve lo que queda y la diferencia indica la cantidad de reactivo consumido.

parnos en hacer su aplicacion á la análisis de las aguas minerales ú otras.

¿Qué es lo que se debe buscar y dosificar principalmente en ellas?

Segun lo que hemos espuesto en los capítulos anteriores, hemos visto que si las aguas están mineralizadas por un gran número de sustancias, ya fijas, ya gaseosas, hay algunas que se encuentran habitualmente asociadas, pero en diversas proporciones. La mayor parte pueden dosificarse en las fuentes por medio de los licores graduados, y á ellas nos referiremos.

Indiquemos primero tambien los licores graduados necesarios para el género de análisis de que nos ocupamos. Estos líquidos están graduados al décimo ó al vigésimo en general; es decir, que un volúmen conocido, por ejemplo, un centímetro cúbico, representa en peso gr. 0,1 ó gr. 0,05 del reactivo empleado.

Hé aquí la enumeracion de los licores que pueden servir en la análisis de las aguas minerales.

Sustancias simples.

Yodo.
Bromo.

Sustancias ácidas.

Acido sulfúrico.
Acido oxálico cristalizado.
Acido sulfuroso.

Sustancias básicas.

Amoniaco á 22.° (amoniaco real).

Sustancias salinas.

Sales haloideas. . { Cloruro de bario cristalizado.
Cloruro de sodio cristalizado.
Cloruro de platino cristalizado
Yoduro de potasio cristalizado.
Bromuro de potasio cristalizado.

Oxisales. . . . . { Bisulfato de potasa cristalizado y seco.
Sulfato de sosa cristalizado.
Sulfato de magnesia cristalizado.
Sulfato de cinc cristalizado.
Sulfato de protóxido de hierro cristalizado.
Deutosulfato de cobre cristalizado.
Fosfato de sosa cristalizado.
Carbonato de sosa cristalizado.
Azoato de plata cristalizado.
Azoato de barita cristalizado.
Oxiclorato de sosa cristalizado.
Acetato de barita cristalizado.
Acetato de plata seco y cristalizado.
Oxalato de sosa cristalizado.
Oxalato de amoniaco cristalizado.
Permanganato de potasa.
Bimeta-antimoniato de potasa cristalizado.
Ferricianuro de potasio cristalizado.
Ferrocianuro de potasio cristalizado.
Sulfuro de sodio cristalizado.

Métodos generales para la preparacion de los licores graduados.

Deben tenerse algunas precauciones muy importantes para la preparacion de los licores graduados; vamos á indicarlas aquí en pocas palabras:

1.° Es preciso no emplear mas que sustancias perfectamente puras.

2.° No preparar, como hemos dicho, la mayor parte de las soluciones sino poco antes de emplearlas.

3.° Tomar siempre que sea posible las sustancias perfectamente cristalizadas, convenientemente secas; pero no eflorecidas ni sensiblemente húmedas.

4.° Hay que cerciorarse de que los licores graduados no se han enturbiado, ó no han esperimentado alguna modificacion; porque entonces dejarán de estar en las proporciones que se desean para los ensayos.

5.° Antes de emplear tal ó cual sustancia como reactivo debe examinarse aparte, purificarla y algunas veces cristalizarla de nuevo, recojer los cristales con cuidado, escurrirlos y despues secarlos con papel de estraza.

6.° Entonces se añadirá, como hemos prescrito antes, á un volúmen conocido de agua, 100 centímetros cúbicos ó un decílitro, por ejemplo, $\frac{1}{10}$ ó $\frac{1}{20}$ de su peso de la sal ó de la sustancia empleada como reactivo (aquí serán 10 ó 5 gramos): así el décimo contendrá 1 gramo, y el vigésimo gramos 0,5.

7.° Por último, las soluciones se guardan en frascos ó vasijas bien tapadas para que no pierdan agua por la evaporacion al aire, lo que alteraria tambien la proporcion relativa de la sal con el líquido. Esto es un nuevo motivo para no conservar por mucho tiempo estos licores graduados.

Aguas salinas.

Sulfatadas sódica, caliza y magnesiana.

En la análisis de estas aguas por el método volumétrico, ó por los licores graduados; se trata, por una parte, de determinar la proporcion de *ácido sulfúrico*, y por otra, la de las bases combinadas con él en estado de *sulfatos*.

Dosificacion del ácido sulfúrico.

Se toma un peso determinado del agua mineral *sulfatada*, 1000 por ejemplo, ó el producto que contiene los *sulfatos*, y se añade con una bombilla ó bureta graduada una *solucion tambien graduada á* $\frac{1}{20}$ *de cloruro de bario*, y acidulada con ácido clorídrico. Se echa con precaucion, sobre todo cuando se llega al fin de la operacion, época en que el precipitado es poco sensible. Inmediatamente que ha cesado de producirse, se anota el número de divisiones ó de decímetros cúbicos empleados en la operacion: supongá-

mosle igual á lit. 0,736; y diremos entonces que se ha consumido realmente cloruro de bario gr. 3,68, o barita gr. 2,71; pero esta cantidad corresponde á 1,4214 de *ácido sulfúrico* supuesto *anhidros*

Los 1000 gr. de agua ó el producto que dá, contienen pues.

Acido sulfúrico. . . . . 1,4214 combinado en sulfatos.

Dosificacion de las bases.

Admitamos que se trate de sulfatos de sosa, de potasa, de cal y de magnésia en la proporcion siguiente:

Sulfatos supuestos en estado anhidro.	de sosa.	1,00	2,25
	de potasa. . . . ,	0,05	
	de cal.	0,30	
	de magnesia. . . .	1,00	

El ácido sulfúrico total es igual á 1,4214.

Despues de haber reunido el producto que contiene estos cuatro sulfatos se le añade un buen esceso de carbonato de amoniaco muy amoniacal y se filtra. El depósito, A, contiene la *cal* y la *magnesia* en estado de carbonatos, y el líquido, B, retiene la *sosa* y la *potasa*.

Cal.

1.° El depósito A, disuelto hasta saturacion por ácido clorídrico y completamente, se diluye en agua pura: se le va añadiendo, siempre con los instrumentos graduados, una solucion tambien graduada á $\frac{1}{200}$ de fosfato de *sosa cristalizado* y *puro*, hasta que cese el precipitado.

La cantidad de líquido empleado indica fosfato de sosa cristalizado 0,772 ($PhO^5 + 2NaO + 25aq.$) que representan 0,1238 de *cal* ó ($PhO^5 + 2CaO + 4aq$), para 0,5 de sulfato cálcico.

Magnesia.

2.° Se toma en seguida el líquido y se mezcla con él un esceso de solucion diluida de fosfato de sosa *sin que se forme precipitado*, y entonces por medio de la bureta graduada se echa otra *solucion graduada* á $\frac{1}{20}$ de *amoniaco puro á 24°*, que representa el *amoniaco real*, puesto que se sabe que 100 de *amoniaco* á 24° *contienen amoniaco puro* 23,67.

Inmediatamente que se añade, se ve producirse un abundante precipitado blanco de *fosfato amoniaco magnesiano* y hácia el fin de la operacion se espera un poco para que tenga lugar de formarse lentamente el depósito.

La proporcion de magnesia se halla por la cantidad de *amoniaco real*, añadida para esta precipitacion, porque sabemos que:

100 de fosfato amoniaco magnesiano están compuestos de (1):

Acido fosfórico.	36,22
Magnesia.	20,40
Amoniaco.	11,22
Agua.	32,16

(1) Regnault, *Cours de chimie*, 1853, t. II, p. 261.

En nuestro ensayo tendremos aquí: para el amoniaco de 24°, *amoniaco real* gr. 0,107.

Es decir, *magnesia* 0, 3401 equivalente á 1 de *sulfato magnesiano*.

Sosa y potasa.

3.° Nos resta valuar ahora la sosa y la potasa que se encuentran en estado de sulfatos en el líquido B mencionado antes. Para conseguirlo, se trata este con cuidado por medio del acetato de barita; se filtra, se evapora hasta sequedad, despues se calcina muy fuertemente á fin de transformarlo en dos carbonatos que en seguida se disuelven en el agua y pueden apreciarse de dos modos distintos.

Por el primero, se determina la alcalinidad por medio de un líquido alcalimétrico ácido (bisulfato de potasa, ácido sulfúrico ó ácido oxálico) por los procedimientos conocidos (1), M. E. Humbert (2) ha recomendado el uso del bisulfato de potasa como preferible al del ácido sulfúrico no teniendo siempre este ácido en el comercio una composicion bien idéntica y una perfecta pureza. El bisulfato de potasa $2CO^2$ KO HO es muy ácido y no abandona su equivalente de agua sino á 200°. Es pues fácil asignarle una composicion claramente definida, secándole en la estufa á una temperatura mas baja que esta: pero gr. 277,958 de este bisulfato contienen 100 gr. de ácido sulfúrico monohidratado. Para preparar el licor de prueba se pesan gr. 277,958 de sal y se echan en un litro de agua destilada.

Si empleamos el segundo, por medio de soluciones graduadas á $\frac{1}{20}$ con *cloruro de platino* ó *bimeta-antimoniato de potasa* se ve la cantidad que contiene de *potasa* ó bien de *sosa*, y se llegará á la apreciacion que se desea del siguiente modo:

Lit. 0,28 del licor de cloruro de platino, contienen gr. 0,141 de sal seca que corresponden á gr. 0,026, es decir á *sulfato potásico* gr. 0,05: y el *bimeta-antimoniato de potasa* que representa gr. 0,4364 de *sosa* conducir á 1,0 de sulfato sódico.

Puede reconocerse que con algunas precauciones es fácil hacer la análisis exacta de la mezcla de esta *agua sulfatada*, que segun la presencia y predominio de tales ó cuales sulfatos pertenecerá á las categorías de *sódica*, *caliza ó magnesiana*.

Si hay cloruros al lado de los sulfatos, emplearemos los métodos que van indicados en el párrafo siguiente, que trata de las *aguas cloruradas*.

Aguas salinas.

Cloruradas sódica, caliza y magnesiana.

Lo mismo que respecto de las aguas salinas sulfatadas, se puede operar sobre un peso determinado de agua mineral, 1000 gr. ó sobre el producto que dá esta proporcion de agua, y que contenga los cloruros.

Determinacion del cloro y de los cloruros.

1.° En uno y otro caso se añadirá una *solucion graduada* á $\frac{1}{20}$ de *azoato*

(1) Mohr, *Traité d' analyse chirurgique á l' acide des liquens titrees*, p. 64.—Regnault, *Cours de chimie*, 1853, t. II, p. 124.
(1) *Journal de pharm. et de chim.*, 3.ª série, 1856, t. XXX, p. 90.

de plata puro acidulado fuertemente con ácido azoótico, y se anotará el número de centímetros cúbicos empleados para la precipitacion completa del cloro.

Supongamos un ejemplo de agua del modo siguiente:

Cloruro de sodio . .	4,5	de donde, cloro total 4,0828.
— de potasio. .	0 5	
— de calcio. . .	0,5	
— de magnesia.	1,5	
	6,5	

Lit. 3,98 del licor graduado representarán azoato de plata 19,9 de donde, plata 12,3, lo que conduce á gramos 4,0828 de cloro para los cuatro cloruros.

Determinacion de los metales ó bases de los cloruros.

Cal y magnesia ó cálcio y magnesia.

2.° Para llegar á determinar la proporcion de los metales unidos aqui con el cloro, se deberá seguir la misma marcha poco mas ó menos que se ha indicado respecto de las aguas sulfatadas (V. pag. 343).

Se descompondrá el liquido que contiene los cuatro cloruros por medio de un gran esceso de carbonato de amoniaco *muy básico*.

Se recojerá la mezcla de los carbonatos *calizo* y *magnesiano*, sometiéndole al mismo tratamiento que hemos dicho respecto de los sulfatos de cal y de magnesia (V. p. 343).

En cuanto á los otros dos *cloruros de sodio y de potasio* se reemplazará el acetato de barita por el *acetato ácido de plata* añadido con precaucion, y hasta que deje de precipitar. Los dos acetatos alcalinos formados se filtrarán entonces, se calcinarán y evaporarán muy *fuertemente*; el residuo se tratará con agua pura y se filtrará de nuevo. Se distribuirá entonces en dos partes iguales A' y B'; en la una se determinará la riqueza alcalimétrica por los líquidos ácido *sulfúrico* (Descroizilles), *bisulfato de potasa* (Humbert), ó *ácido oxálico* (Mohr). La segunda, B', se neutralizará con ácido acético, y se le añadirá un volúmen de alcool igual al suyo. En la mezcla se echará *poco á poco* con una bombilla graduada, y dejando trascurrir algun tiempo desde una á otra afusion, una solucion graduada á $\frac{1}{20}$—de oxiclorato de sosa hasta que deje de formarse un depósito granujiento. El número de grados empleados en la precipitacion indicará el peso del *oxiclorato* consumido, que aquí deberá ser gr. 0,676 para gr. 0,262 de potasa, que representan 0,5 de *cloruro de potasio*. (1)

El grado de alcalinidad del ensayo dicho antes, A', conducirá por diferencia á la proporcion de la *sosa* y esta á la del *cloruro de sodio* 4,5.

Porque si la cantidad de grados alcalimétricos referida por el cálculo á la totalidad de la mezcla A' B', analizada ha dado un número que representa gramos 2,613 de álcalis rebajando de él la cantidad de potasa hallada en la esperiencia B', el resto será la *sosa* del *cloruro sódico* buscado.

Aguas bromuradas.

Reuniendo los productos que deben contener estas sales, puede dosificarse el *bromo* que encierren por el método volumétrico siguiente:

(1) O. Henry, padre. *Journal de pharm. et de chim.*, 3.ª serie, 1845, t. VIII, p. 214.

En un aparato dispuesto al efecto, se mezclan aquellos con éter sulfúrico, y se hace pasar una corriente de cloro en suficiente cantidad. El éter bromado, obtenido sin pérdida, se trata con potasa pura, y por la calcinacion, se tendrá un resíduo de *bromuro potásico alcalino*: se diluye en agua, y despues de acidulado lijeramente se echa en él licor de azoato de plata graduado á $\frac{1}{20}$—hasta que deje de formarse precipitado.

Supongamos que se haya tomado para producirle en los resíduos de un litro do agua, lit. 0,05 de dicho licor, se dirá que se han empleado gr. 0,25 de azoato de plata, que equivalen á gr. 0,1541; respecto del bromo serán gramos 0,114, que representan un *bromuro cualquiera X*.

Aguas yoduradas.

En este caso, se operará con el mismo licor graduado sobre los productos concentrados yodados con objeto de apreciar en ellos el yodo. No obstante, será inútil emplear el éter sulfúrico; pero se deberá precipitar primero el yodo en estado de *yoduro azul de almidon* añadiendo con cuidado cloro á la mezcla de las sales y de la solucion amilácea reciente; todo con objeto de aislar los cloruros. Recojido en seguida el yoduro azul, lavado y calcinado *fuertemente* con potasa, producirá un residuo, que se disolverá en agua pura, y que despues de filtrado, se acidulará lijeramente. En este líquido se echará con precaucion el licor de azoato de plata graduado á $\frac{1}{20}$; lit. 0,05 de este licor empleado, representan 0,25 de sal de potasa, que indican por la cantidad del metal 0,1541, gr, 0,181 de *yodo* para un yoduro cualquiera X.

Aguas yodo-bromuradas.

La apreciacion del *yodo* y del *bromo* en la mezcla se hará como anteriormente, solo que se separarán los dos principios elementales por los métodos ya indicados, y añadiendo por medio de una bombilla de llave, fijada en un sustentáculo, éter sulfúrico, solucion de almidon y cloro. Separados el *éter bromado* y el *yoduro azul de almidon*, se operará aisladamente sobre cada uno de estos productos como hemos dicho antes.

Remitimos al lector á la obra de M. Mohr (1) para los demas métodos volumétricos propuestos con objeto de apreciar tambien la cantidad de *yodo* y de *bromo* de los yoduros y bromuros.

Amoniaco.

Por medio de los líquidos graduados se puede valuar la proporcion de ciertos *compuestos amoniacales* que hemos visto figurar entre los elementos mineralizadores de las aguas. Para ello, podrá ponerse en práctica el método seguido por M. Boussingault (2), que consiste en mezclar con el agua mineral un poco de cal caicinada préviamente al rojo, y destilarlo por medio de los aparatos ya descritos (V. p. 278) para recojer los $\frac{2}{5}$ del volúmen total. Se dosificará entonces el amoniaco por los métodos *alcalimétricos* conocidos

(1) Mohr, *Traite d' analyse chirurgique par les liqueurs titres*, loc. cit. p. 339.
(2) *Journal de pharmacie, et de chimie* 3.ª série. 1854, t. XXV p. 122.

de Descroizilles ó de Gay-Lussac. Es fácil emplear tambien el de M. Peligot, que aconseja el *sacarato de cal* para la *determinacian del ázoe* de las materias orgánicas del siguiente modo (1):

Se toman gr. 61,250 de ácido sulfúrico monohidratado y se echan en un litro de agua pura: 100 centímetros cúbicos de este líquido saturan gr. 2,12 de amoniaco. Por dicha solucion se hace pasar el amoniaco desprendido del agua ó bien se le añade el producto amoniacal obtenido aparte de la destilacion que antes describimos. Ensayando lo que queda de ácido sulfúrico *no saturado* despues de la operacion, se llega á saber la cantidad que se ha convertido en *sulfato de amoniaco*, y de ella se deduce con facilidad por el cálculo la proporcion de esta base. Así, supongamos que no se encuentren mas que 58,25 de este ácido; tendremos tres gramos convertidos en sulfato de amoniaco, es decir 1,27 de *amoniaco real* para la cantidad de agua mineral ensayada.

Si fuese preciso determinar la saturacion del ácido, se emplearia el *sacarato de cal* en solucion clara (cal cáustica disuelta en agua azucarada) y conservada en vasijas bien tapadas. Su uso consiste en tomar del líquido ácido vírgen una proporcion conocida, por ejemplo, 10 centímetros cúbicos y una cantidad igual del que contiene el amoniaco; en añadir á una y otra tintura de tornasol, y echar sacarato de cal con una bureta graduada hasta que el color tire á azul y sea persistente.

Aire y oxígeno de las aguas.

Al hablar de la análisis definitiva de las aguas minerales, se han indicado varios métodos para apreciar la proporcion del aire y del oxígeno contenidos en ellas, ó en los gases que se desprenden á borbotones. Muchos de estos métodos entran realmente en la análisis volumétrica, puesto que las valuaciones se verifican en volúmenes gaseosos.

Para apreciar el oxígeno contenido en una agua, puede adoptarse el método de los licores graduados, operando como vamos á decir:

Oxígeno

Se toma un volúmen conocido de una agua cualquiera, se llena casi enteramente con ella un frasco con tapon esmerilado, completando lo que falte que llenar con amoniaco en esceso muy sensible, de modo que no quede la menor burbuja de aire en la vasija. Entonces en esta mezcla se sumerje una laminita de cobre perfectamente limpia y despues de agitarlo con frecuencia y de dejarlo en contacto por 24 horas, se observa, si el agua es rica en aire y en oxígeno, que el líquido ha adquirido un tinte azúl en razon de haberse producido cierta cantidad de amoniuro de cobre. Y supuesto que se habrá disuelto *tanto mas metal cuanto mas oxígeno habia en el agua*, se conocerá fácilmente la proporcion del deutóxido de cobre producido y combinado con el amoniaco. Para conseguirlo, en el líquido claro separado de la hoja metálica se investiga la cantidad de cobre que hay disuelto, lo cual se consigue saturándolo con ácido acético ó sulfúrico y echando poco á poco con una bombilla graduada una solucion á $\frac{1}{20}$ de ferrocianato de potasa hasta que deje de formarse depósito ó color pardo de castaña. El número de divisiones

(1) Regnault, *Cours de chimie*, 1843, t. IV, p. 29. – *Comptes rendus de la Acad. des sciences*, 3. série, 1845. t. XXI, p. 667.

(cent. cúbicos) empleadas conduce á la proporcion del deutóxido de cobre que queda en solucion y á la del oxígeno buscado.

Así sabemos que 100 de ferrocianato potásico precipitan 10, 90 de cobre que representan 2,74 de oxígeno.

Luego si para un litro de agua tratada así se han empleado lit. 0,307 de ferrocianuro, tendremos gr. 0,33 de cobre para gr. 0.0083.

Habia, pues, 0,0413 de *deutóxido de cobre* disuelto en el amoniaco ó 0,0083 de oxígeno en el agua analizada, puesto que:

100 de deutóxido de cobre representan { Oxígeno. . 20,14. / Cobre. . . 79,86.

Aguas silicatadas alcalinas.

En el exámen químico de esta clase de aguas, puede ocurrir dosificar ciertas *bases* y ciertas *sales* (sulfatos ó *cloruros*), y para conseguirlo se aplicarán los procedimientos de que anteriormente hemos hablado en el art. de las aguas salinas sulfatadas y cloruradas, al que por consiguiente remitimos al lector.

Aguas ácidas ó acídulas y acidulo-bicarbonatadas.

Comprendemos bajo el nombre de acídulas, segun ya hemos dicho, las aguas que contienen ácidos libres, tales como los ácidos *sulfúrico* y *clorídrico*. Su proporcion puede apreciarse, cuando conocemos su naturaleza, por medio de una solucion graduada á $\frac{1}{10}$ de *carbonato de sosa puro* añadida hasta que *desaparezca la acidez* indicada por la *tintura azúl de tornasol* echada préviamente en el líquido.

50 cént. cúbicos de líquido, representan 0,5 de *carbonato de sosa puro cristalizado*.

Es decir, gr. 0,189 de sosa real que indican, por ejemplo:

Acido sulfúrico calculado anhidro. . 0,141.
Acido clorhídrico calculado anhidro. . 0,127,

1 Litro de agua que diese estas proporciones tendria la composicion siguiente:

Acido sulfúrico libre. . 1,141
Acido clorídrico libre. . 0,127

Aguas acídulas bicarbonatadas.

La especie de aguas de que vamos á ocuparnos contiene muchos elementos que pueden dosificarse con ventaja en las mismas fuentes por medio del método volumétrico.

Estos son particularmente el *ácido carbonico libre* y los *bicarbonatos sea alcalinos ó térreos*; en cuanto á las demás sales, *sulfatos, cloruros,* se seguirán tambien para apreciarlas los procedimientos que acabamos de describir respecto de las *aguas sulfatadas y cloruradas*.

Ocupémonos ahora solamente de las primeras.

Dosificacion del ácido carbónico.

Debemos ocuparnos tanto del ácido libre como combinado. En esta apreciacion vamos á emplear el *método volumétrico inverso* ó por *diferencia* que nos ha correspondido perfectamente.

Para dar un ejemplo de ello, tomaremos el siguiente:

Sea una agua que en cada litro contenga:

Acido carbónico libre. . . .	1,05
Bicarbonato de sosa.	2,00
— de potasa. . . .	0,50
— de cal.	0,25
— de magnesia. . . .	0,10
Sales diversas no definidas aquí.	»
	3,90.

Se introduce en dos frascos que se comuniquen entre sí una solucion hecha con suficiente cantidad de agua pura y

Cloruro de bario puro. . .	15 gr.
Amoniaco líquido.	5 gr.

100 gr. de cloruro barítico, representan 73,64 de barita que exijen 38,86 de ácido sulfúrico anhidro ó 155,10 de sulfato de sosa *cristalizado*.

Se adapta á uno de los frascos por medio de un tubo un balon que contenga el agua mineral mezclada con un buen esceso de ácido acético, se calienta hasta que hierva por algun tiempo con objeto de desalojar todo el ácido carbónico, el cual pasando á la solucion barítica amoniacal se convierte en *carbonato*.

Cuando la operacion está terminada y frio el apararato, basta filtrar el líquido rápidamente é investigar el cloruro de bario no descompuesto que todavía contiene. Para ello, se añade con las buretas graduadas y siguiendo las precauciones convenientes, una solucion de *sulfato de sosa cristalizado* graduada á $\frac{1}{10}$ teniendo cuidado de acidular préviamente el liquido con ácido clorhídrico puro: cuando no se produce mas precipitado se vé cuanto sulfato de sosa se ha empleado. Esta cantidad conduce á la de la barita; pero conociendo con anticipacion la proporcion primitiva que contenia el líquido amoniacal, la diferencia indica al momento lo que se ha convertido en carbonato y de esta última se deduce el ácido carbónico buscado.

Supongamos, pues : cloruro de bario 15 gr. ó barita gr. 11,046 : si se han absorvido gr. 9,7 de barita, en el resto de barita gr. 2,44 hallada despues de la operacion por medio del sulfato de sosa cristalizado diremos: puesto que 100 de carbonato de barita = 77,54 de barita ó 22,36 de ácido carbónico, 9,7 de barita representarán el ácido carbónico total del agua analizada gr. 2,805.

Bases.

Para las bases, se evaporan $\frac{4}{5}$ del líquido y se añadirán $\frac{2}{5}$ de alcohol, se filtrará en caliente y se concentrará de nuevo casi hasta sequedad ; se tendrá el apartado de las bases aplicando lo que hemos dicho anteriormente respecto de la *dosificacion de la cal*, de la *magnesia*, de la *sosa* y de la *potasa*. Es decir que se precipitarán las dos primeras por medio del carbonato de barita amoniacal, y se apreciarán despues separadamente.

En el líquido concentrado calcinado fuertemente y tratado en seguida con agua, se buscará la sosa y la potasa tambien por los procedimientos volumétricos ya conocidos, así :

Cal.	0,098
Magnesia.	0,032
Sosa.	0,744
Potasa.	0,121

Estas cantidades se convertirán por el cálculo en *bicarbonatos* y el esce-

dente del *ácido carbónico* será la proporcion de este ácido existente en *estado de libertad*.

Aguas ferruginosas.

En esta clase de aguas solo tendremos que dosificar por el método volumétrico que nos ocupa la proporcion del *elemento ferruginoso*, y algunas veces tambien las del *manganeso y del arsénico*.

Dosificacion del hierro.

A fin de llegar á las apreciaciones exactas de este principio que con frecuencia existe en cantidades muy pequeñas en las aguas *marciales*, es ventajoso, sobre todo al pie de las fuentes minerales, operar sobre 10,15 y aun 50 lit. de agua. Se toma, pues, esta cantidad de agua, si fuese posible, y se le añade en esceso sosa cáustica ó carbonato sódico puro: el depósito formado se sobreoxida con una ligera corriente de cloro ó agitándolo repetidamente con aire. Obtenido este resultado es preciso recojer el depósito, tratarle hasta la saturacion en caliente con ácido clorhídrico puro y diluirle despues en bastante agua. A la solucion clara se añade sulfato de sosa ó cloruro de sódio puros y se echa en ella con precaucion, y poco á poco á lo último, una solucion de ferrocianato de potasa graduada á $\frac{1}{20}$ hasta que deje de formarse un precipitado ó color azúl.

Diez cént. cúbicos de ferrocianato á $\frac{1}{20}$ = sesquióxido de hierro gramos 0,0856.

Cuando se obtenga un resultado cualquiera sobre 10, 15 ó 50 litros se dividirá por estos mismos números para llegar á la proporcion del que contiene un litro de agua.

En este caso, de la cantidad de *sesquióxido de hierro* obtenido, se deducirá la del protóxido y despues la del *bicarbonato* y *sulfato ferroso*, segun la naturaleza del agua que se analiza.

Manganeso.

Para apreciar este metal ¿podria calcinarse muy fuertemente el óxido con potasa y clorato, disolver el oximanganato en bastante cantidad de agua pura y añadirle, invirtiendo el procedimiento de M. Margueritte una solucion á $\frac{1}{20}$ de *protosulfato de hierro hasta que se decoloren*? La cantidad de protóxido de hierro que pasa al estado de sesquióxido conducirá por el oxígeno absorvido á apreciar la proporcion del manganeso buscado.

Dosificacion del arsénico.

Se puede operar directamente sobre la misma agua evaporando casi hasta sequedad una cantidad bien conocida de antemano y analizando el residuo A de la operacion, ó bien tomar los depósitos naturales calizos ú ocráceos B que contienen generalmente el principio arsenical en proporcion notable y de los que puede saberse con bastante aproximacion el agua primitiva que representan.

Los residuos A ó los depósitos B se tratan en caliente con ácido sulfúrico muy puro, se evaporan casi hasta sequedad y despues se vuelven á tratar con agua hirviendo.

El líquido filtrado se introduce en un aparato con limaduras de cinc y de ácido sulfúrico puro y despues se recibe el gas hidrógeno arseniado en una solucion B, que contenga una cantidad muy exactamente conocida de *azoato de plata cristalizado*.

Supongamos que aquí sea igual á 5 gr. y que se haya puesto en un tubito ensanchado en su parte media al que puede unirse un frasco con una parte de dicha solucion. Este líquido representa por consiguiente plata metálica gr. 3,083.

Si se hace pasar así el gas por esta solucion se habrá reducido una cantidad de plata correspondiente al ácido arsénico producido (Lasaigne) y entonces puede llegarse á conocer su proporcion siguiendo el método volumétrico por *diferencia* y por medio de una disolucion de cloruro de sodio puro, graduada á $\frac{1}{10}$.

La proporcion de plata reducida nos dirá por su oxígeno el *ácido arsénico* ó el *arsénico*.

Aguas sulfurosas.

Poco tenemos que decir aquí respecto de estas aguas en las que se trata de apreciar la proporcion real del elemento sulfuroso bien *sea libre* ó *combinado*: por que al tratar de la *sulfometria* ó *sulfidrometria* hemos indicado el verdadero método volumétrico que hay que seguir para esta determinacion y al que remitimos á nuestros lectores.

Sin embargo como complemento podrán añadirse los métodos siguientes.

Dosificacion del elemento sulfuroso.

1.° A 5 ó 10 litros de una agua sulfurosa se añadirá un esceso muy grande de amoniaco, despues se echará con cuidado y poco á poco por medio de bombillas graduadas en centímetros cúbicos una solucion de azoato de plata cristalizado hecha á $\frac{1}{10}$ y hasta que deje de producirse un precipitado negro ó de color de pizarra. Del número de las divisiones empleadas se deducirá la cantidad de plata consumida y despues la del azufre.

Reduciremos por el cálculo el azufre á *sulfuro* ó á *ácido sulfúrico*, ó bien á la vez á uno y otro.

2.° Tambien tenemos que citar el uso del *deutosulfato de cobre* acidulado en proporcion conocida y en grande esceso. Al operar por *diferencia* y determinando con una solucion de ferrocianato de potasa á $\frac{1}{20}$ ó á $\frac{1}{10}$ la cantidad de cobre que no se haya convertido en *sulfuro*, se encuentra aquella convertida en esta combinacion y puede llegarse á la valuacion del elemento sulfuroso.

100 de ferrocianato de potasa graduado representan cobre 10, 90 (V. mas adelante las *tablas*.

Resúmen.

Sin estendernos mas sobre las aplicaciones del método volumétrico á la análisis de las aguas, se puede reconocer que si con frecuencia es muy difícil y aun imposible poder apreciar por este medio todos los principios que mineralizan las aguas, hay un gran número sobre todo de los mas importantes que pueden dosificarse con auxilio de los líquidos graduados directa ó indirectamente. Teniendo un poco de cuidado ofrecen los ensayos gran facilidad en su ejecucion, siendo por otra parte rápidos y cómodos cuando se opera en las mismas fuentes: finalmente, los errores son tambien muy pequeños, puesto que cada volúmen de los líquidos empleados es bastante grande, y además conteniendo solamente $\frac{1}{10}$ ó $\frac{1}{20}$ y algunas veces menos de la sustancia que se toma como reactivo, resulta que escediéndose algun tanto de los términos que indica la teoría, las diferencias son con frecuencia casi insignificantes.

Con objeto de facilitar los cálculos que deben servir para establecer los resultados definitivos de las análisis; creemos útil presentar en algunas tablas bastante número de compuestos con sus elementos: de la composicion de estos cuerpos será fácil deducir los resultados que quieren obtenerse.

Así, supongamos que se busque el *ácido carbónico* contenido en una agua, ya en estado libre ó en el de combinacion con la sosa y que por medio del peso ó del método volumétrico se hayan obtenido 50 gr. de carbonato de barita: se buscará en la tabla el artículo *carbono* y se hallará que esta cantidad representa gr. 11,18 de *ácido carbónico*, ó *carbonato de sosa* (supuesto anhidro) 26,97, ó tambien *bicarbonato sódico* 38,40.

Si se quiere tener *ácido cloridrico* ó un *cloruro* y hemos hallado por la esperiencia 50 gr. de *cloruro de plata*, la tabla en los artículos *cloro y plata*, dará la proporcion de *cloruro argéntico* para *ácido clorhídrico* gr, 12,71 ó *cloruro de sódio* 20,385 y *cloruro de calcio* 19,335.

Por último, si por una base se quiere tener el peso de un compuesto salino de esta base, la *sosa* ó lo *cal*, por ej., y si se han hallado 100 de *cal*, veremos en el art. *calcio* que esta cantidad puede representar sea 178,2 de *carbonato calizo*, ó 256 4 de *bicarbonato*, ó *sulfato calizo anhidro* 242,40, como tambien *cloruro de calcio* 196,6.

Para la sosa iremos al *sódio* y tendremos 50 de su óxido combinado en sulfato que producirán 94,15 de *cloruro sódico*, 88, 30 de *bicarbonato de sosa* etc.

10 gr. de sesquióxido de hierro (artículo hierro) conducirán á la proporcion de 8,996 de protóxido ó de 14,493 de *carbonato ferroso* y 19,99 de *bicarbonato*, etc.

Para terminar, 10 de sulfato de barita (V. azufre y bario) representarán ácido sulfúrico 3,437, *sulfato de sosa* (anhidro) 6,29, *sulfato de cal* (anhidro) 5,85 y respecto de los sulfuros si tenemos 25 gr. de *sulfuro de plata*, artículo *azufre*, diremos: azufre 2,42 igualan *ácido sulfídrico* 3,442, á *sulfuro sódico* 7,72 y á *sulfuro cálcico* 9,81,

Se reconoce, pues, fácilmente la ventaja de estas tablas especiales para la análisis de las aguas porque no dudamos que abreviarán bastante el trabajo de los operadores.

TABLA EN QUE SE REPRESENTAN VARIOS COMPUESTOS DEFINIDOS Y GASEOSOS, ACIDOS Y SALINOS DESTINADOS A FACILITAR LOS CALCULOS PARA LAS ANALISIS DE LAS AGUAS MINERALES.

SIGNOS.	Peso de los equival.	Existentes en las aguas en estado de	Signos.	Peso de los equival.	Sus comps. se enc. en las ag en est. de	CANTIDADES EQUIVAL. 100 partes de	representa n	
		Aire.			Sales. Alumbre.			
					Sales. Sulfidrato.			
		Amoniaco.	AzH^3.	212,50	Sales. Carbonato.	Amoniaco.	Magnesia	181,80
		Ac. azoót.	AzO^5.	675,06	Sales. Sulfato.			
					Sales. Azoato.			
					Azoato de sosa		Ac. azotico. . . .	55,28
Azoe. . .	Az. 175,06	Azoatos.	AzO^5,RO		—de potasa.	Azoato de estron-	Azoato de sosa. . .	86,46
		Comp. orgán. diver.			—de cal.	ciana	— de potasa. .	103,30
					—de magnesia		— de cal anh. .	84,06
					—de amoniaco		— de mag. anh.	76,40
		Cianógeno. (1)	Cy. . . .	325,30.		Cianuro de yodo	Yodo...	80,20
						Cianuro de bromo.	Bromo.	75,06
						Fosfato de cal	Ac. fosfór. anh.. .	56,10
Fósforo.	Ph. 392 04	Hidrógeno fosforado?	PhH^3.	425,00	Fosfato de alum.	PhO^5+2CaO+Aq.	Fosfato de sosa.. .	105,05
		Fosfatos	PhO^{5}2RO+Aq		—de cal.		Ac. fosf. anh.. . .	17,10
			PhO^{5}3RO.		—de hierro?	Fosfato de plata	Fosfato de sosa. .	31,80
						PhO^{5}3Arg.	— de cal. . .	39,10
Silicio...	Si. 277,78	Ac silícico.	SiO^3.	577,78	Ac. silícico.			
		Silicatos.	SiO^{3}RO.		Silicato de sosa.		Silicato de sosa . .	201,50
			2SiO^{3}3RO.		—de cal.	Ac. silícico. . . .	Silicato de cal. . .	191,30
					—de potasa.			
					Bisilicato de sosa.			
		Arseniuros.	AsR				Arsénico.	16,22
Arsénico.	As. 938,80	Arsenitos.	AsO^3+2RO			Arsen. de plata. .	Ac. arsenioso. AsO^3.	21,40
		Arseniatos.	AsO^5+2ROAq				Ac. arsénico AsO^5. .	24,80
			+3RO.				Arsen. sos. anh.. .	84,70
							Sesquiarseniat de hie.	00,00
Fluor....	Fl. 235,43.	Fluuros ó fluoruros.	FlR.			Fluoruro de calc.	Fluor... , . . .	48,99
						Fluoborato. . . .	Fluoruro de sódio...	109,30
							Ac. bórico. ,. . .	0,000

(1) El cianógeno no existe en las aguas minerales: no figura aqui mas que para conducir á los compuestos descritos con los nombres de *cianurós de yodo y de bromo.*

Signos.	Equival.	Exists. en las ag. en estado de	Signos.	Equival.	CANTIDADES EQUIVAL.		
Hidróg. H.	12,48	Hidrog. protocarbonado. Hidr. sulf. (v. Ac. sulfídr.)					
Boro.. B.	136,20	Acido bórico.	BO^3	436,39.	100 de borato de barita.. . . . . =	Ac. bórico	31,30
		Boratos.	BO^3RO			Bor. de sosa.	59,30
			$BO^3 2RO$			Bor. de cal.	57,90
Cloro. Cl.	443,28	Ac. clorídrico.	ClH.	455,76.	100 de cloruro de plata . . . . . =	Coro.	24,73
						Ac. clorídr.	25,43
		Cloruros.	ClR.			Cloruro de sódio.	40,77
						—de potasio	51,90
						—de calcio.	38,67
						—de mag.	33,17
						—de litio..	28,57
Bromo Br.	999,62	Bromuros.. . .	BrR		100 de bromuro de plata . . . . . =	Bromo.	42,58
						Bromuro de sodio.	85,60
						—de potasio	63,40
						—de calcio.	53,20
						—de mag	49,30
					100 de bromuro de cianójeno (v. cianuro de bromo).. . . . . =	Bromo.	75,06
Yodo . I.	1585,99	Yoduros. . . .	IR.		100 de yoduro de plata.... . . . . =	Yodo..	54,04
						Yoduro de sodio.	63,81
						—de potasio.	70,69
						—de calcio	62,64
						—de mag	58,43
						—de hierro.	65,10
					100 de yod. de cianóg. (v cianuro de yo =	Yodo..	80,20
					100 de yodo (v. sulfidrometría).. . . . .=	Azufre.	12,75
						respecto de los sulfuros, etc.	

SIGNOS.	Equival.	Exists. en estado de	Signos.	Equival.	CANTIDADES EQUIVALENTES Y COMPUESTOS DERIVADOS FIJADOS EN CENTESIMAS.					
		Ac. sulfuroso.	SO^2	400,00	Sulfito de bacita	SO^2BaO	1356,01	Ac. sulfuroso	41,60	Barita.. . . . 58,40
		Ac. sulfúrico.	SO^3	500,00	Sulfato de barita.	SO^3BaO	1456,04	Ac. sulfúrico.	34,39	Barita. 65,61
		Ac. sulfídrico.	SH	214,48	Sulfuro de plata.	SAg	1549,66	Azufre.	12,97	Plata. 88,03
		Sulfuros.	SR		Sulfuro de plomo.	SPl	1495,39	Azufre.	13,43	Plomo. 86,57
		Polisulfuros.	S^4R		Deutosulf. de cobre.	S^2Cu	1191,20	Azufre.	33,50	Cobre. 66,50
		Hiposulfitos.	S^2O^2RO		Sulfuro de arsénico.	S^3As	1541,95	Azufre.	39,08	Arsénico. 60,92
		Sulfitos.	SO^2RO		Sulfuro de antim.	S^3Stb	2215,15	Azufre.	51,67	Antimonio.. . 48,33
		Sulfatos.	SO^3RO							

(Anhidros)

Azufre.	S. 200,0	100 de sulfito de barita. =	SO^2BaO.	1356,04	Ac. sulfuroso.	SO^2.	29,49
					Sulfito de cal.	SO^2CaO	55,40
					Sulfito de sosa...	SO^2NaO.	58,30

(Anhidros.)

		100 de sulfato de barita.. =	SO^3BaO.	1456,04	Ac. sulfúrico..	SO^3..	34,37
					Sulfato de cal.	SO^3CaO	58,50
					Sulfato de magnesia.	SO^3MgO	52,07
					Sulfato de sosa.	SO^3NaO	62,90
					Sulfato de potasa	SO^3KO	74,70
					Sulfato de alúmina.	$2SO^3Al^2O^3$	49,03
					Sulfato de alúmina y de potasa.	$3SO^3Al^2O^3+SO^3KO$	55,40
					Sulfato de amoniaco.	SO^3AzH^4O	56,50
					Sulfato de estronciana.	$SO3StO$	78,80
					Sulfato de protóxido de hierro.	SO^3FeO	67,15
					Sulfato de sesquióxido de hierro.	$3SO^3Fe^2O^3$	57,27
					Bisulfato de cobre.	SO^3CuO..	68,33

Signo.		Equival.		Cantidades equivalentes.
Azufre.	S.	200,0	100 de sulfato de plata, representan.	Azufre.. 12,97
				Acido súlfídrico libre. 13,77
				Sulfuro de Calcio. 29,23
				Sulfuro de magnesio. 23,24
				Sulfuro de sodio. 31,68
				Sulfuro de potasio. 44,55
				Sulfuro de hierro. 35,60
				Sulfidrato de amoniaco... 27,70
			100 de deutosulfuro de cobre representan..	Azufre.. 33,50
				Sulfuro de calcio. 81,60
				Sulfuro de sódio. 81,05
				Sulfuro de manganeso.. 111,30
			100 de sulf. de arsénico, representan.	Azufre... 39,08
				Acido arsenioso. 86,30
				Acido arsénico... 93,30
			100 de sulf. de antimonio, representan..	Azufre.. 48,33
				Acido sulfídrico libre. 54,31
				Sulfuro de calcio. 110,00
				Sulfuro de sodio... 137,10

Signo.	Equival.	Existente en estado de	Signos.	Equival.	Derivados y cantidades equival. en centésimas.			
		Hidrógeno protocarbonado (carburo tétr.)	C^2H^4	199,92	Carbono.	75,00	Hidrógeno.	25,00
		Oxido de carbono.	CO	175,00	Carbono.	42,86	Oxígeno.	57,14
		Ac. carbónico.	CO^2	275,00	Carbono.	27,27	Oxígeno.	72,73
		Carbonatos.	CO^2RO		Ac. carbónico.		+ base.	
		Sesquicarbonatos.	$3CO^22RO$		1 1|2 ac. carbónico.		+ base.	
		Bicarbonatos.	$2CO^2RO$		2 ac. carbónico. . .		+ base. .	
Carbono. C.	75. ..	Hidrógeno protocarbonado.						36,36
		Oxido de carbono.						63,60
					(**Supuestos anhidros.**)			
			Carbonatos. . . .		de sosa.			240,70
					de potasa.			314,04
					de cal.			227,10
					de magnesia.			193,00
					de estronciana.			333,50
		100 de ac. carbónico representan.			de litina.			164,60
					de protóxido de hierro.			265,60
					de protóxido de manganeso.			261,40
			Sesquicarbonatos. .		de sosa.			184,40
					de potasa.			224,90
			Bicarbonatos. . . .		de sosa.			340,70
					de potasa.			414,04
					de cal.			327,10
					de magnesia.			293,00
					de estronciana.			433,50
					de litina			264,60
					de hierro (proto).			365,60
					de manganeso (proto).			361,40

Signo.	Equival.	Existente en estado de	Signos.	Equival.	Cantidades equivalentes (Calculados anhidros.)			Signos.
					Ac. carbónico.			22,36
					Carbonatos..	de sosa.	CO^2NaO.	53,54
						de potasa.	CO^2KO.	70,22
						de cal.	CO^2CaO.	50,79
						de magnesia.	CO^2MgO.	42,68
						de hierro. (proto).	CO^2FeO.	59,40
						de litina.	CO^2LO.	37,12
						de estronciana.	CO^2SrO.	75,04
						de manganeso (proto)..	CO^2MnO.	58,45
		100 de carbonato de barita.	CO^3CaO.	1230,41..	Sesquicarbona.	de sosa.	$3CO^2NaO$.	41,25
						de potasa.	$3CO^3+2KO$.	50,30
					Bicarbonatos..	de sosa..	$2CO^2NaO$.	76,80
						de potasa.	$2CO^2KO$.	92,58
						de cal.	$2CO^2CaO$.	73,15
Carbono	C.	75..				de magnesia.	$2CO^2MgO$.	65,04
						de estronciana.	$2CO^2SrO$.	97,40
						de litina.	$2CO^2LO$.	59,48
						de hierro (proto).	$2CO2FeO$.	81,81
						de manganeso (proto).	$2CO^2MnO$.	80,86
						de amoniaco.	$2CO^2AzH^4O$.	37,57
					Ac. carbónico.			43,89
		100 de carbonato de cal..	CO^2CaO.	626,77..	Bicarbonatos..	de sosa..	$2CO^2NaO$.	106,05
						de potasa.	$2CO^2KO$	181,76
						de cal.	$2CO^2CaO$.	143,89
						de magnesia.	$2CO^2MgO$.	127,50
						de hierro (proto).	$2CO^2FeO$.	160,61

Signos.		Equival.	Existentes en estado de.	en centésimas.		Cantidades equivalentes.		
Aluminio.	Al.	170,90.	Alúmina. . . ; Silicato. Sulfato. Fosfato. . . .	Aluminio. 53,26	Oxígeno 46,74	100 de alúmina (AlO). . . . . =	Sulfato de alúmina.	649,00
							Sulf. de alúm. y potasa.	504,20
							Magnesio. . . . , ...	38,7
Magnesio.	Mg.	158,14	Cloruro. . . . Bromuro. Yoduro. Sulfuro. Carbonato. Bicarbonato. Sulfato. Azoato. . . .	Magnesio. 61,26	Oxígeno 38,74.	100 de magnesia (MgO). . . . . =	Azoato de magnesia anh. . . .	361,6
							Carbonato de magnesia	206,3
							Bicarbonato de magnesia.	312,6
							Sulf. de magnesia anhidro.	293,0
							Sulfuro de magnesio.	226,4
							Cloruro de magnesio.	147,9
							Yoduro de magnesio.	1109,2
							Bromuro de magnesio.	738,0
						10 de sulf. de mag. cristalizado. . . =	Amoniaco.	9,17
							Magnesia.	16,70
						100 de fosfato amoniaco-magnes... =	Magnesia.	20,40
							Amoniaco.	11,22
							Ac. fosfórico *sin agua*.	36,22
Calcio	Ca.	251,65.	Cloruro. . . . Bromuro. Yoduro. Sulfuro. Carbonato. Bicarbonato. Sulfato. Fosfato. Arseniato. Azoato.	Calcio. 71,56	Oxígeno. 28,44.	100 de cal (CaO). . . . . =	Calcio.	70,9
							Azoato anhidro (v. azoe)	292,92
							Carbonato (v. carbono).	178,20
							Bicarbonato.	256,40
							Sulf. de cal anh. (v. azúfre).	242,40
							Fosfato de cal anh. (v fósforo)	195,08
							Arsen de cal anh. (arseniuro).	304,40
							Cloruro de calcio. (cloro).	196,60
							Bromuro de calcio (bromo).	355,06
							Yoduro de calcio. (yodo)	517,90
							Sulfuro de calcio.. azufre. . . .	127,40
						100 de fosfato de cal. . . . . =	Ac. fosfórico anhidro.	56,10
							Fosfato de sosa anhidro.	105,05
						100 de sulfato de cal. . . . . =	Cal.	41,25
							Carbonato de cal.	73,50
							Bicarbonato de cal.	105,75
						100 de carbonato de cal (v. *carbono*).	Arseniato de cal anhidro.	125,70

Tabla de varios compuestos definidos gaseosos, acidos y salinos etc.

	Signos.	Equival.	Existentes en	Comp. en centésimas.		Cantidades equivalentes		
Bario.	Ba.	855,29.	Sulfato? Silicato? Arseniato.	Bario. 89,54	Oxígeno. 10,46	100 de sulfato de barita.	Sulfatos etc. (V. *Azufre.*)	
						100 de cloruro de bario. =	Barita.	73,56
							Ac. carbónico.	21,18
							Bicarbonato.	115,92
Estroncio.	St.	545,93.	Sulfato. Bicarbonato. Cloruro.	Estroncio. 84,53	Oxígeno. 15,47	100 de carbonato de barita. =	Sulfatos. (V. *Carbono.*) Fosfatos. (V. *Fósforo.*)	
						100 de carbonato de estronc. =	Estronciana.	70,02
							Sulfato de estronciana.	114,20
Sodio.	Na.	287,2.	Carbonato. Bicarbonato. Sesquicarbonato. Sulfato, azoato. Fosfato. Arseniato, borato. Cloruro, yoduro. Bromuro. Sulfuro. Silicatos.	Sódio. 74,34	Oxígeno. 25,65	100 de sodio.	Sosa.	134,76
						100 de sosa.	Sódio.	74,34
						100 de sulfato de sosa. =	Carbonato de sosa.	74,80
							Bicarbonato de sosa.	115,96
							Cloruro de sódio.	188,30
							Fosfato de sosa.	289,00
Potasio.	K.	490,80.	Carbonato etc. Bicarbonato. Sulfato. Cloruro. Sulfuro. Silicatos.	Potasio. 83,02	Oxígeno. 16,98	100 de potasio. =	Potasa.	120,43
							Carbonato.	176.60
							Bicarbonato.	232,77
							Sulfato.	224,70
						100 de potasa. =	Potasio.	83,02

	Signos.	Equival.	Existentes en estado de	Comp. en centésimas.		Cantidades equivalentes.		
Litio.	L.	80,37.	Silicato.	Litio.	Oxígeno.	100 de fósf. lítico ó sódico lítico. =	Litina.	30,33
			Bicarbonato. . . .	44,36	55,44	100 de cloruro de litio. =	Bicarbonato de litina.	122,7
							Carbonato de litina. . . .	76,20
				Protóxido.				
Hierro.	Fe.	350,53.	Bicarbonato. . . .	Hierro.	Oxígeno.			
			Sulfato.	77,80	22,20			
			Crenato.					
			Apocrenato.	**Sesquióxido.**		100 de sesquióxido de hierro. =	Protóxido de hierro.	89,96
			Fosfato.				Carbonato ferroso.	144,93
			Sulfuro.	Hierro.	Oxígeno.		Bicarbonato ferroso.	199,90
				70,03	29,97		Sulfato ferroso.	191,12
							Sulfato férrico.	250,08
						100 de cianoferruro de potasio. =	Sesquióxido de hierro. . . .	34,24
				Protoxido.				
Manganeso.	Mn	158,14.	Bicarbonato. . . .	Mangan.	Oxígeno.			
			Sulfato.	77,51	22,49			
			Silicato.					
			Crenato.	**Sesquioxido.**				
			Fosfato.					
			Sulfuro.	Mangan.	Oxígeno.	100 de sesquióx. de manganeso =	Protóxido de manganeso. . .	89,81
				69,67	30,33		Carbonato manganoso.	145,37
							Bicarbonato manganoso. . . .	201,93
				Bioxido.				
				Mangan.	Oxigeno.	100 de bióxido de manganeso =	Protóxido de manganeso. . .	81,87
				63,28	36,72		Protosulfato manganoso. . . .	199,00

Signos		Equival.	Existentes en estado de,	Cantidades equivalen.	
Cobre.	Cu.	791,20..	Sulfato. Bicarbonato.		
Estaño.	Sn.	735,20	Dudoso.		
Plata.	Ag.	1349,66.	—Cloruro. . . . 100 de cloruro de plata. . . . . =	Cloro.	24,73
				Ac. clorhídrico.	25,42
				Cloruro de sódio.	40,77
				Cloruro de calcio.	38,67
				Cloruro de magnesio.	33,17
			100 de bromuro de plata. . . . . =	Bromo.	42,58
			100 de yoduro de plata. . . . . =	Yodo.	54,04
				(V. Cloro, Bromo, Yodo).	
			100 de fosfato de plata. . . . . =	(V. Fosfato).	
			100 de sulfuro de sosa. . . . . =	(V. Azufre).	
Titano.			Su existencia en las aguas es todavia dudosa.		
Molibdeno.					
Tantalo.					
Tungsteno.					
Niquel.					
Cobalto.					

CAPITULO X.

DE LA CONDUCCION DE LAS AGUAS MINERALES Y SU DISTRIBUCION EN LOS ESTABLECIMIENTOS TERMALES: DE LOS APARATOS BALNEARIOS: DEL MODO DE CALENTAR Y ENFRIAR LAS AGUAS: DE SU CONSERVACION Y MEDIOS PARA TRASPORTARLAS LEJOS.

De la distribucion de las aguas minerales por medio de conductos y de tubos.

Si en muchos establecimientos termales, como sucede en Plombieres, en Aix de Saboya, en Vichy, en Sail-les-Eaux, etc., están situadas la mayor parte de las fuentes que los surten en el interior de los mismos establecimientos ó en su inmediacion: no sucede siempre lo mismo respecto de otros porque con frecuencia están estas fuentes á gran distancia de dichos establecimientos. Cuando se emplean las aguas solamente en bebida, esta circunstancia apenas ofrece inconveniente, y aun puede presentar alguna ventaja, porque obliga á los enfermos á ir á buscarlas, y les proporciona así un ejercicio casi siempre saludable. Por el contrario, cuando las aguas están destinadas al uso de los baños, como es indispensable reunirlas en depósitos á la proximidad de los aparatos de calefaccion, y de las llaves de los chorros y de los baños, no puede conseguirse este objeto sino por medio de regueras, canales ó conductos diversos. La eleccion de estos medios no es indiferente: asi respecto de algunas aguas de naturaleza salina no alterables por el aire y desprovistas de gas, es fácil hacerlas correr por regueras al aire libre, ó mejor por canales cubiertos; pero respecto de otras muchas, ricas en gas ó mineralizadas, ya por el hierro, ya por otros principios sulfurados, es indispensable poner una gran atencion en la naturaleza y disposicion de estos tubos ó conductos, porque en efecto, las aguas pueden modificarse con mucha facilidad; asi perdiendo una parte de su gas, dejan depositar cierta cantidad de principios mineralizadores, ó bien estos principios cambian mas ó menos de estado: unas veces el *hierro* disuelto primitivamente en *protóxido*, se separará casi en totalidad en forma de *sesquióxido* rojo ocráceo: otras veces se tendrá *azufre depositado* ó sulfuros convertidos en *hiposulfitos*, en *sulfatos*, en *polisulfuros*, etc., si interviene la accion del aire, ó algunas veces tambien en presencia de las soldaduras metálicas, sirviendo de polos eléctricos. Por último, los sistemas de bombas aplicados para hacer subir las aguas al destino que se quieran, pueden todavía producir notables alteraciones, de tal modo, que una agua tomada en el caño y que contenga *gas carbónico* y *ciertos carbonatos ó sales térreas* disueltos por este ácido, dejará separar el tercio, la mitad ó mas para dar origen á algunas concreciones, verdaderos travertinos: una agua primitivamente ferruginosa podrá llegar despues de haber corrido su trayecto, casi enteramente despojada del principio que se busca como el agente médico mas importante. Por último, algunas aguas *sulfuradas, sulfídricas ó sulfidratadas*, aunque ricas en su punto de emergencia, no presentarán nada ó casi nada de sulfurosas cuando entren en las bañeras ó en los aparatos para chorros. Se pueden sacar multitud de ejemplos de este género para apoyar la verdad de estos hechos indicados ya, tanto en Eughien, como en Passy, en las aguas de los Pirineos, en Cauterets sobre todo, y en otras muchas localidades termales. Estos inconvenientes han llamado ya mas de una vez la atencion de los médicos

inspectores y de los ingenieros encargados de la conduccion de las aguas minerales.

En general, en estas diferentes circunstancias, es menester ante todo, que los conductos ó tubos empleados, no sean de un gran diámetro, á fin de que su capacidad se encuentre constante y completamente llena del agua mineral, en vez de presentar una capa de aire que ocupe la parte superior: esta es la condicion mas esencial. La naturaleza de los conductos ó tubos no es tampoco indiferente: los de plomo y de fundicion que presentan mas solidez, pueden en muchos casos modificar las aguas; así es que despojarán en todo ó en parte á las que contienen sulfuros, ó bien cederán al líquido hierro, y le comunicarán propiedades nuevas estrañas: además, las soldaduras metálicas que son indispensables para reunir los tubos, forman, como acabamos de decir, otros tantos elementos de pilas eléctricas, que concurren á producir descomposiciones en el agua. Tal vez á causas de este género pueden referirse la mayor parte de los depósitos y concreciones que obstruyen con tanta frecuencia los tubos. Los nódulos y riñones de hierro oxidado y sulfurado, que se encuentran en Grenoble, en Chaudesaigues, asi como otros de naturaleza caliza y silícea no pueden deber su orígen á causas de este género?

Se han propuesto para algunas fuentes sulfurosas conductos ó tubos de vidrio grueso reunidos por medio de cimentos particulares: á pesar de la naturaleza muy ventajosa de estos tubos, la facilidad con que pueden romperse en los movimientos de los terrenos ó por las variaciones bruscas de temperatura, ha sido causa de que se los deseche; tambien se ha pensado en otros de porcelana opaca gruesa ó de barro cocido sólido, bien cimentados y unidos con el cimento romano. Su eleccion ha correspondido perfectamente al objeto. Los tubos de betun y morrillo pueden tambien ser muy útiles; pero creemos que los mas ventajosos serian los de gutta percha ó de goma elástica gruesos susceptibles de soldarse tan fácil é íntimamente, y cuya flexibilidad puede prestarse á todas las variaciones de temperatura lo mismo que á los movimientos de nivel de los terrenos: solo que estos conductos son de bastante coste, y solo podrian emplearse en trayectos poco estensos. Con estos medios no vemos dificultad alguna para conducir el agua de una fuente de un punto á otro sin que esperimente la menor alteracion. Se sabe que recientemente despues de muchas pruebas y dificultades se ha conseguido hacer llegar á Vichy el agua de la fuente de las Damas, situada á orillas del Sychon casi á la puerta de Cusset, y si el agua analizada ha dado una composicion química casi idéntica con la tomada en el punto de partida despues de correr por tubos completamente llenos y dispuestos con la pendiente que se requiere, se comprende que los resultados son satisfactorios. No sucede lo mismo cuando siendo los tubos muy anchos, dejan correr libremente el aire con el agua mineral, ó cuando se trata de simples regueras de madera al descubierto en toda su estension, que entonces se ven producirse muchos depositos sulfurados, ocráceos, calizos, etc. en todo el camino que recorren, y su presencia es un indicio evidente de las modificaciones que esperimenta la misma agua mineral. Por lo demas, no puede considerarse como bueno semejante medio de trasportar el agua mineral, mas que cuando el líquido presenta sensiblemente en su punto de llegada y de salida la misma composicion quimica. Si hemos insistido sobre este particular, es porque nos parece sumamente interesante la conduccion de las aguas minerales, y porque hay que hacer muchas aplicaciones de él. Por nuestra parte, hemos tenido ocasion de ver ciertas fuentes sulfurosas que en su punto de emergencia marcaban 20 á 22.° sulfuro-métricos, y que perdieron mas de $\frac{2}{3}$ despues de

haber recorrido un espacio de cierta estension por conductos dispuestos de este modo.

El uso de las bombas es tambien un punto muy capital cuando hay necesidad, como sucede con frecuencia de conducir las aguas minerales á diversos puntos de elevacion, tanto para el servicio de los chorros, como para calentar los baños. Es menester que la disposicion de las bombas sea tal que á cada pistonazo no se introduzca aire con el agua, pues de otro modo puede ser profunda la alteracion de los líquidos mineralizados: un ejemplo muy evidente de ello hemos visto en el establecimiento de Enghien hace algunos años.

Se debe, pues, reconocer que para la direccion de estos conductos tiene tambien sus aplicaciones la análisis química, puesto que por medio de ella puede reconocerse si los métodos que se usan son racionales, y si las aguas tomadas á distancia del caño de las fuentes, han conservado ó no todos sus principios mineralizadores.

De los medios de calentar y enfriar las aguas: de la eleccion y disposicion de las bañeras.

Algunas aguas termales tienen una temperatura natural que llega de 32 á 35.° y aun á 40.° centígr.: estas son ciertamente las mas ventajosas para la administracion de los baños y de los chorros, porque pueden emplearse inmediatamente, ya en las mismas bañeras, ya en las piscinas sin calentarlas artificialmente, lo cual podria determinar en ellas algunas modificaciones. Rara vez se encuentra esta ventaja, pues que las aguas son unas veces frias ó poco termales, y otras de una termalidad muy elevada. En este caso es preciso calentarlas ó enfriarlas; operaciones que exigen algunas precauciones indispensables, cuyo detalle no nos parece aquí fuera de propósito.

Cuando hay que dar á una agua mineral fria ó ligeramente termal, el grado de calor que se requiere para su administracion en baños ó en chorros, no basta esponerla como se hace con frecuencia en el aparato ordinario de calefaccion, tal como las calderas ó cilindros, dándole un calor muy elevado para hacerla pasar en seguida á las bañeras en que se enfria hasta el punto que se quiera con el agua no calentada. Casi todas las aguas minerales esperimentan por este método notables cambios en su composicion química, y desde luego sin duda tambien en su accion médica; el uso de aparatos particulares es pues de la mayor importancia. Estos aparatos bien cerrados son los que generalmente se calientan por medio de serpentines; es decir, por contacto mediante tubos encorvados sobre sí mismos en diversos sentidos, colocados en el centro de cilindros enteramente llenos de agua mineral, y por los cuales se hace pasar el vapor hasta un grado elevado de temperatura. Cuando el agua mineral ha adquirido así 40, 50, ó 55° lo mas, se distribuye en las bañeras ó en los aparatos de chorros. Una temperatura de 55 y aun de 66° resguardada del aire esterior no descompone por lo general las aguas minerales, ni deja escapar la mayor parte del gas. De modo, que segun lo que hemos dicho, podria calentarse el agua en las mismas bañeras por *medio de serpentines fijos ó movibles.*

Para calentar los baños de agua mineral se ha propuesto otro método que tambien presenta ventajas muy útiles, y que consiste en añadir en las bañeras al agua mineral vírgen cierta cantidad de agua comun calentada á 100° hasta que la mezcla marque 33° por término medio: entonces es preciso añadir cerca de $\frac{1}{4}$ de agua caliente, y por este procedimiento se conserva

en el agua mineral toda su naturaleza primitiva, no debilitando mas que un cuarto su riqueza mineral. Pero cuando las aguas son bastante ricas en principios, esta disminucion tiene pocos inconvenientes, y sobre todo para el uso de los baños, puesto que con frecuencia suelen ser demasiado fuertes muchos manantiales puros.

Cuando en vez de ser frias ó poco termales las aguas minerales tienen una temperatura muy elevada, lo cual sucede á muchas, es imposible emplearlas en baños ó chorros sin enfriarlas convenientemente: este enfriamiento que se practica en muchos establecimientos esponiéndolas simplemente al aire, es causa de numerosas alteraciones ó modificaciones en la naturaleza quimica de las aguas; es necesario, por consiguiente, remediar esto, y podrá conseguirse, ó mediándolas convenientemente con agua fria ó haciéndolas pasar por serpentines sumergidos en el centro de los depósitos de las aguas minerales, de las corrientes de agua fria ó de aire frio lanzadas por aparatos aspiradores ó por ventiladores.

De las bañeras.

La naturaleza de las bañeras y su composicion puede tambien ofrecer algun interés, porque segun la especie de agua mineral deben ó no emplearse indistintamente unas ú otras. Asi con las sulfurosas se alteran prontamente las de cobre estañado; las de madera si se emplean para las aguas ferruginosas pueden comunicar á los líquidos un tinte agrisado ó negruzco, y por consiguiente deberá recurrirse mas bien á las bañeras de cinc ó mejor de mármol y de piedra, como se vé en ciertos establecimientos (Royat, Luxeuil, Pirineos, etc.); tambien podrán usarse bañeras de *madera de pinabete* en los paises en que son muy comunes estos árboles. En cuanto á la disposicion en que deben estar para llenarlas, diremos que el agua debe entrar de abajo á arriba, de modo que se eviten las proyecciones y la mezcla con el aire esterior, circunstancia capital respecto de ciertas aguas sulfurosas y ferruginosas y cuya disposicion, por otra parte, se ha aconsejado hace mucho tiempo.

Para calentar el agua mineral podremos operar como hemos dicho antes por contacto en las mismas bañeras, disponiendo un doble fondo en la parte inferior ó bien un serpentin con muchas vueltas fijo y que pueda cubrirse cuando se quiera con una placa que constituya el fondo de la bañera.

Podria usarse con ventaja un serpentin portátil movible y que pudiera sumergirse en agua por algunos momentos y sacarle en seguida. Los serpentines fijos se adaptarán segun se quiera al tubo general que conduce el vapor por medio de llaves, y se calentarán así unas ú otras bañeras. Con un aparato de esta clase he visto en $4\frac{1}{2}$ minutos, elevar á 35° centígr. la temperatura de un baño de 300 litros. Por medio de los serpentines movibles, portátiles podrán calentarse tambien los baños, adaptándolos por un rato al tubo de vapor mientras se tienen sumerjidos en el baño de agua mineral y hasta que el agua haya adquirido el grado que se quiera; en seguida se sacarán para calentar otro baño por el mismo procedimiento. Con algunos serpentines portátiles de esta clase puede hacerse muy bien el servicio de un gran establecimiento.

Si para calentar los baños se emplea el método de mediarlos de que ya hemos hablado, será fácil tener baños *graduados*, porque empleando $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, de agua estraña, y conociendo la riqueza primitiva de *una agua*

mineral se sabrá entonces fácilmente lo que realmente contiene el baño mezclado. De este modo se podrán dosificar los baños para ciertos enfermos, segun la indicacion del médico y de la esperiencia; una placa aforada fija en cada bañera haria muy fáciles estas mezclas; por último, la análisis química podria siempre demostrar su estado; con respecto á las aguas sulfurosas, en que sobre todo pueden ser aplicables estos principios, el uso del sulfidrómetro presentará el medio mas sencillo y mas rápido.

Un establecimiento de baños podria calentarse por el sistema de que hemos hablado y por medio de la disposicion siguiente: se pondria un tubo en el centro de los cuartos de las bañeras que condujera el vapor á alta presion, y por medio de conductos laterales provistos de llaves se pondrian en comunicacion con los serpentines fijos ó movibles de cada bañera. Cuando el agua mineral entra de abajo á arriba en las bañeras, basta darle comunicacion con el vapor para tener en algunos minutos el baño calentado á 35° C. mas ó menos, segun lo pida el médico: asi no se hace esperimentar ninguna modificacion al agua y por medio de una llave interior se puede volver á calentar el baño segun se quiera, haciendo pasar el vapor por algunos momentos. El escedente del vapor servirá, por otra parte, para calentar todo el establecimiento, las estufas para la ropa blanca, los corredores para pasear, las salas y los aparatos para chorros.

Del trasporte de las aguas y su conservacion.

Al hablar en el capítulo que trata del modo de cojer las aguas, de los medios á propósito para efectuarlo y de conservar del mejor modo posible en toda su integridad estos líquidos minerales, hemos dicho algunas palabras acerca del *embotellado* (V. pág. 149); aquí creemos deber añadir algunos detalles sobre el modo de trasportar las aguas de un punto á otro y de conservarlas en los almacenes.

Casi siempre se remiten las aguas en botellas, tomándolas en las mismas fuentes con todas las precauciones prescritas, y enviándolas en cajas resguardadas lo mejor que se puede del hielo ó de los calores escesivos; pero estos medios de trasporte son con frecuencia costosos en razon del precio que las vasijas de vidrio tienen en algunas localidades y por el riesgo de que se quiebren, lo cual es bastante frecuente. Esta circunstancia se opone á que disminuya el aprecio de las aguas minerales en las grandes poblaciones, porque si por ejemplo fuera posible enviar lejos las aguas minerales en cubas, se conseguiria que bajase el precio de estos líquidos, que lo mismo que los vinos podrian ponerse en botellas en el punto á que fueran destinados: desgraciadamente muchas especies de aguas gaseosas, ferruginosas y sulfurosas no se prestan á este modo de conduccion. Creemos que con mas facilidad se conseguiria este objeto, empleando una especie de toneles *flexibles de telas impermeables* en forma de cilindro cuya descripcion hemos dado en la pág. 154.

Para llenar este cilindro basta adaptar por un rato á una de las llaves inferiores, y por medio de un tubo á propósito las llaves de las fuentes minerales, colocándose de arriba á abajo; el líquido llega al cilindro en el mismo sentido, le eleva segun va penetrando, y cuando está lleno se encuentra *estendido* y *sostenido* por la armadura esterior: para mas seguridad y solidez se puede introducir despues el todo en un tonel vacío y quitado uno de los fondos. Cuando esta especie de vasija llegue al punto que se la destina, se vaciará colocando una espita sobre su tubo movible (V. capítulo acerca del modo de coger y embotellar las aguas) y á medida que el agua salga el disco descenderá, y por su peso hará presion, sin que haya necesidad de la entrada y del contacto del aire: despues de salir el líquido, tendremos un cilindro

aplastado como al principio de la operacion. La conduccion de un punto á otro es fácil, y solo en los puntos de llegada es donde deberán llenarse las botellas.

Creemos que del medio que hemos propuesto aquí podremos hacer aplicacion mas adelante. (1)

En cuanto á la conservacion de las aguas, debe tambien tenerse cuidado, colocandolas en cuevas frescas resguardadas de la luz que descompone muchas de ellas, sobre todo las llamadas *ferruginosas*, ó que tienden á desarrollar en su seno ciertas materias confervoideas en gérmenes, y que se vuelven verdes y filamentosas, etc. Es muy indispensable limpiar bien las botellas antes de llenarlas, puesto que basta que tengan alguna *pajita* para que con frecuencia se produzca la sulfuracion de ciertos sulfatos, como se ve en las aguas de Vichy, de Seltz, etc. El uso de los cántaros de gres ofrece desventajas bajo este punto de vista, porque no podemos estar siempre seguros de su completa limpieza.

Por último, es útil renovar con bastante frecuencia las aguas, porque pueden alterarse con el tiempo ó modificarse en su naturaleza, si se produjera alguna reaccion entre los diversos elementos que las mineralizan. No obstante, hemos visto aguas, aun sulfurosas, que estando bien tapadas, conservaban íntegramente sus principios sulfurados al cabo de muchos años de estar embotelladas.

Para demostrar el buen estado de las aguas conservadas, deberá siempre recurrirse á la análisis química.

CAPITULO XI.

DE LAS SALAS DE INHALACION, DE LAS ESTUFAS Y DE LOS BEBEDEROS Ó BUVETAS.

Las aguas minerales empleadas como agentes terapéuticos no se administran solamente en baños, en chorros ó en bebidas, sino que se utiliza su accion á la vez sobre el sistema cutáneo y sobre la membrana mucosa pulmonal. Esta accion se verifica en espacios designados con los nombres de *estufas* y *salas de inhalacion* ó *respiracion*, y unas veces se somete todo el cuerpo á la accion de las aguas ó de aguno de sus elementos, y otras se esponen únicamente los miembros en aparatos particulares dispuestos para este efecto.

Los antiguos conocian este género de administracion, porque se encuentran vestigios de estufas en varias termas de orígen romano, y muchos tratados de aguas hablan tambien de ellas (Vitrubio, *De balneis*) mas ó menos detalladamente.

En estas estufas llamadas algunas veces *infiernos*, como sucede en Aix. en Saboya y en Plombieres, se hace llegar el vapor de ciertas fuentes ó bien llega *espontáneamente*. El cuerpo entero se encuentra sometido á su influencia por un tiempo determinado en estos espacios; unas veces los vapores de las fuentes llegan espontáneamente con temperaturas *naturalmente muy elevadas*; otras con vapores *forzados* ó *exaltados*, es decir, ó bien calentando artificialmente las aguas, si tienen una temperatura muy debil, ó comprimiendo los vapores por medio de una especie de trompas ó fuelles,

(1) Hemos sabido que el proyecto de esplotacion de las aguas minerales en grande, ha hecho que se sellen gran número de vasijas destinadas á la espedicion de las aguas, y que entre ellas existen algunas del género de que tratamos.

Cada establecimiento termal tiene un sistema particular y sus medios de ejecucion (1)

Sucede tambien que en algunas localidades son mas bien vapores que no productos gaseosos los que alimentan las estufas; por ejemplo, en Crausac, en el Montet, especie de volcan pequeño, en que parecen mineralizarse las aguas, hay algunas escavaciones, verdaderas estufas naturales en que los enfermos se someten á la influencia de ciertos gases *sulfurosos*, *sulfídrico y vapores de azufre*, etc., productos continuos de las descomposiciones subterráneas del volcan. Otras veces se utiliza como baños locales el ácido carbónico desprendido, como hace algunos años se practica de nuevo en Alemania.

Por último, en el dia, y á imitacion de Pierrefonds (Oise), no solo se recurre á algunos principios de las aguas, sino al *agua misma* conservada virgen en lo posible, y reducida á tal estado de division, que se compara á una especie de polvo, y se llama *polvo de agua*. Este método de inhalacion habia tenido ya algunos precedentes en Alemania; pero no recibió un desarrollo completo: mas adelante le recordaremos con algunos detalles. (2)

En Allevard, el agua sulfurosa corre y se divide sobre discos escalonados, y se descompone esparciendo en el espacio mucho ácido carbónico y sulfídrico, y quizá tambien algunos elementos yodados en estados particulares de combinacion, en Vernet, en Amelie-les-Bains el agua sulfurosa desprende acido sulfídrico en la atmósfera de las salas de inhalacion, y lo mismo sucede casi con todas las de los baños sulfurosos, como de las piscinas; este ácido se divide en el aire que respiran sin cesar los enfermos.

Hemos dicho tambien que se utiliza el ácido carbónico exhalado de las fuentes: este gas viene á tocar y bañar ciertas partes del cuerpo en las bañeras en que están echados los enfermos, ó bien mezclado con el aire se respira en las salas de inhalacion con todas las precauciones que se requieren. Como puede verse, y sin entrar aqui en mas detalles que no conducen al objeto de nuestra obra, resumiremos diciendo que las estufas y las salas de inhalacion ó de respiracion son parajes en que se esponen las personas enfermas durante espacios de tiempo variables. La atmósfera de estos sitios puede estar mezclada ya con vapores acuosos ó con sustancias gaseosas producidas por fuentes minerales naturalmente calientes ó artificialmente calentadas, ya con la misma agua mineral vírgen, tibia y dividida en un estado *casi pulverulento*.

En todos estos casos la accion se ejerce á la vez sobre el sistema cutáneo y sobre el aparato respiratorio, para determinar efectos generalmente saludables. No puede negarse la absorcion que verifica el órgano pulmonal en estos diversos casos, y la certidumbre de que los vapores acuosos *preparados así* puedan penetrar hasta la membrana mucosa, porque es notoriamente conocido que en los que se dedican á ciertas profesiones, se reconoce por la autopsia que los bronquios y bronquiolos están llenos de polvos diversos de harina, de yeso, de carbon, etc., segun los oficios que tienen. Esta penetracion no puede verificarse mas que por absorcion de las sustancias pulverulentas durante el acto de la respiracion. ¿Sucederia de otro modo con el aire cargado de gas, de vapor de agua ó de elementos mineralizadores arrastra-

(1) Debemos á la atencion del ingeniero M. Francois la mayor parte de los documentos cuya sustancia indicamos aqui.

(2) Aconsejamos al lector que consulte el articulo sobre las *salas de inhalacion* de la obra del doctor Durand Fardel. *Traité therapeutique des eaux minerales de France et de l'etranger et de leur emploi dans les maladies cronique*s. Paris. 1857. en 8.° p. 45. y siguientes.

dos simultáneamente? No creemos esto posible, y se concibe con facilidad la ventajosa aplicacion que ofrece la *inhalacion hidroterápica*.

No es siempre, como algunas personas han creido, solo el vapor el que se respira con el aire en las salas de respiracion y en las estufas: se encuentran con diferentes partes gaseosas emanadas de las aguas, materias fijas por sí mismas que son arrastradas con el vapor acuoso. Podremos citar, por ejemplo, el *cloruro de sodio* de ciertas fuentes saladas, el *arseniato de sosa* como ha visto M. Thenard en las aguas de Mont-Dore, la materia orgánica y algunos principios *yodados* y *alcalinos* reconocidos en las fuentes de Plombieres y de Vichy, por M. Petit, Lheritier y O. Henry; y despues citaremos la presencia de la *baregina*, de los *sulfuros* y de los *compuestos yódicos* en los productos de la estufa y de la fuente de César en Cauterets, reconocidos por MM. Francois y O. Henry.

La atmósfera de las estufas termales está, pues, mineralizada por otra cosa que el vapor dividido en el aire: y en las salas de inhalacion de la clase de las de Pierrefonds alimentadas por el agua muy dividida, no se puede dudar que la atmósfera esté tambien realmente *mineralizada*.

Volvamos ahora á la sala de respiracion creada hace dos años en el establecimiento termal de Pierrefonds (Oise), entrando en algunos detalles sobre este motivo, porque se funda en un principio casi nuevo, diferente del que sirve de base á otras muchas salas de inhalacion.

M. Deflubé, propietario del establecimiento de Pierrefonds, y el doctor Sales Girons, médico inspector de este establecimiento, son los que han tenido el honor de hacer esta feliz innovacion; y tiene por objeto, repetiremos, llenar el espacio en que deben respirar los enfermos, no con algunos gases ó principios desprendidos de las aguas, sino mas bien con la misma agua *virgen* y en lo posible intacta, dividida de tal manera que imite una especie de polvo muy ténue. Esta agua dividida así, penetra con el aire de la cámara que está impregnado de ella en los órganos respiratorios, produciendo sobre ellos una accion inmediata.

Hace mas de dos años que se han hecho las aplicaciones médicas de este *método inhalatorio* y hemos podido convencernos de sus ventajas. Describiremos en pocas palabras el aparato tal como lo hemos visto funcionar en Pierrefonds.

Se compone de una bomba aspirante é impelente, que tiene por un lado un tubo flexible que se sumerje en la fuente del agua mineral y por donde sube esta última, y por otro un segundo tubo que la conduce á un serpentin donde se calienta hasta 33 ó 35° centígrados por contacto con un baño de maria, desde el cual pasa por otro tubo á una habitacion mas ó menos espaciosa en que están los enfermos, ya sentados alrededor de mesas, ya de pie, inmóviles ó en movimiento. El agua es lanzada de abajo á arriba por una fuerte presion al centro de una especie de cilindro que termina en el aparato mas importante del sistema total, y que vamos á describir detalladamente, puesto que es el que sirve para dividir el agua en una especie de polvo.

Este aparatito *divisor* ó *pulverizador* consiste en una llave que se atornilla sobre el cilindro anterior, y que tiene unos agujeritos muy finos, que cuando están abiertos producen unos surtidores del líquido, tanto mas rápidos, cuanto mas apretado esté el tornillo de presion: y estos surtidores, chocando fuertemente sobre unos pequeños discos colocados á alguna distancia dividen el agua hasta tal punto que imita un verdadero polvo que se esparce en todo el espacio con una temperatura de 25 á 30° centígr.

Nada mas sencillo ni mas ingenioso que este aparato que podrá aplicarse en muchos establecimientos hidroterápicos, y que ya hemos visto empleado en las aguas de Aix en Saboya, de Marlioz y de Cauterets en los Pirineos,

debiendo añadir que no se limita á tales ó cuales aguas, y que será fácil sustituir á estas últimas muchos líquidos medicamentosos, á voluntad de los médicos.

Acabamos de decir que en este estado de division puede el agua llegar con el aire á los bronquios, ejerciendo sobre ellos su accion inmediata, de lo que podemos citar muchos hechos que no pueden dejar duda alguna sobre este punto. Sin embargo, nosotros hemos tratado de cerciorarnos de ello por la esperiencia siguiente: colocamos en un pequeño establo un conejo y un cerdo de regular resistencia, tapándoles fuertemente las narices para obligarles á respirar por la boca, y por medio de una bomba y de un aparato pulverizador llenamos el espacio de agua muy dividida, cargada de protosulfato de hierro (debe repetirse con el prusiato de potasa), al cabo de media hora habia sucumbido el conejo, el cerdo vivia aun, y despues de haberle muerto, abrimos ambos animales, sacamos los pulmones y los partimos, observando entonces que no estaban inyectados de sangre; por medio de algunos reactivos, sobre todo el tanino y el sulfidrato de amoniaco, pudo reconocerse fácilmente que habia penetrado la sal ferruginosa en el acto de la respiracion. El ensayo confirmó, pues, todas las previsiones que se establecian.

Añadamos ahora la observacion siguiente:

Puede demostrarse tambien que los elementos del agua mineral pasan en el acto respiratorio con el sistema seguido en Pierrefons, por los hechos siguientes de que hemos sido testigos. Cuando se ha permanecido por unos tres cuartos de hora en un espacio cargado de dicho *polvo de agua*, se siente al cabo de algunas horas en el resto del dia que la piel exhala un olor sulfuroso muy pronunciado, análogo al que es consecuencia del uso de los baños de aguas sulfurosas; además una pieza de plata *bien limpia* puesta sobre el pecho ó las axilas, adquiere rápidamente un color *negro ó pizarreño*; es evidente, por lo tanto, que se ha exhalado azufre, y que debe provenir del que absorvido préviamente durante el acto respiratorio se ha esparcido en seguida en toda la economía.

La análisis de la atmósfera de la sala de inhalacion de Pierrefonds no ha presentado tampoco dificultad respecto de los puntos de que acabamos de tratar. En primer lugar es muy manifiesto el olor sulfuroso, sin fatigar, no obstante, los órganos; papeles impregnados de acetato de cobre, platos cargados de soluciones ácidas de azoato de plata ó de sales de cobre se vuelven pardos ó negros en un tiempo mas ó menos corto. El líquido recojido en vasijas llenas de mezclas refrigerantes ha dado por la análisis la indicacion del ácido sulfídrico á la vez *libre* y *combinado* como tambien del *hiposulfito*, y además se han hallado *carbonatos* y *sulfatos*. En el primer caso, despues del contacto con panes de plata, el líquido se ennegrecia mucho con el azoato argéntico; añadiendo á parte de sulfato de zinc el último reactivo solo ha producido muy lentamente un color pizarreño.

La terapéutica tiene con frecuencia necesidad de conocer la naturaleza química de la atmósfera de estas diferentes estufas y salas de inhalacion, y esto se consigue siempre por medio de la análisis, en cuyo detalle vamos á entrar.

Análisis de la atmosfera de las estufas y de las salas de inhalacion.

Despues de haber determinado por una parte la temperatura media de esta atmósfera, nos cerciorarémos de la capacidad del espacio en cuestion; para ello basta medirle en longitud, latitud y altura; multiplicar lass dos pri-

méras medidas entre sí, y el producto de ellas por la altura, y tendremos la capacidad buscada.

Tomadas estas indicaciones, se llena un frasco de mercurio si es posible, ó de agua cargada de sal y se vacía en la habitacion sobre un barreño, á fin de recojer el metal; se hace lo mismo en varios puntos de esta, y reuniendo los productos, tendremos un conjunto bastante completo del aire que constituye la atmósfera.

Se toma un volúmen conocido de este gas; se absorve el ácido carbónico por la potasa; despues el oxígeno por medio del fósforo con las precauciones prescritas ya en la análisis del aire de las aguas.

Por medio del cálculo se establecen en seguida las relaciones respecto de un litro de la mezcla gaseosa.

Casi siempre ha dado á reconocer la análisis que en las salas de inhalacion de las aguas sulfurosas, la proporcion del oxígeno respecto de la del azoe, es mucho menor que en el aire comun; así se ha encontrado que es 19,5, 19,7 y 20 por 100. En Pierrefonds hemos obtenido un resultado análogo. El aire algo *empobrecido en oxígeno* convendria mejor á los órganos irritados por ciertas afecciones bronquiales que obtienen generalmente tan buen resultado del uso de las aguas minerales en las salas de inhalacion?

Si se trata tambien, como es muy frecuente, en las estaciones sulfurosas termales, de buscar la proporcion de principio sulfuroso de que está impregnada la atmósfera de una estufa ó de una sala de respiracion, se puede operar del modo siguiente, conformándose con los métodos adoptados por M. Filhol en las aguas de Bagneres de Luchon, y que son los siguientes:

Se coloca un aparato que consiste en un aspirador medido de antemano, puesto sobre un sustentáculo, y que tiene dos llaves una por la parte superior y otra por la inferior. Por la primera comunica por medio de un tubo con una série de tubos en U, cargados de soluciones de *azoato ácido de plata* dividido y de potasa. etc. Al atravesarlos el aire de la atmósfera de la sala de inhalacion da orígen á *sulfuro argéntico* ó á *carbonato*, cuyo peso despues de las operaciones de lavarlo y secarlo, indica el del azufre y el ácido carbónico; por consiguiente, como se conoce por la cantidad de agua que ha salido del aspirador el aire que ha pasado al aparato (teniendo cuidado de anotar las operaciones sucesivas que se han hecho), es fácil saber lo que contiene relativamente y lo que debe representar el volúmen total del espacio analizado.

En vez de un aspirador ordinario MM. Filhol, François y Chambert, han establecido en Bagneres de-Luchon un sistema de dos cilindros aforados (1) que llenan el mismo objeto, pero que permiten operar en una gran escala. M. Filhol ha indicado tambien otro medio que evita los pesos, y es sumamente sencillo. Para ello se adapta á un vaso aspirador un bocal que contenga una solucion de almidon muy diluida, teñida de *azúl* con una cantidad conocida de *yodo* (tintura), y que constituye un *líquido normal de yoduro de almidon* graduado; entonces se hace pasar el aire sulfurado de una sala de inhalacion hasta que *haya desaparecido el color azúl*; pero como de antemano se sabe, por ensayos hechos aparte, lo que se necesita de principio sulfurado para producir esta decoloracion, es muy fácil apreciar la cantidad de azufre que contendria el aire analizado, segun la cantidad de agua que saliese del vaso aspirador.

Pueden tambien establecerse disposiciones de aparato parecidas á las propuestas por M. Bunzen y que han aplicado despues muchos químicos en las análisis del aire; estos aparatos pueden servir en el caso que nos ocu-

(1) Filhol. *Eaux des Pyrenees*, p. 296.

pa, para determinar la cantidad de *ácido carbónico* y tambien la de *principios yodados* contenidos en el aire de las atmósferas de las estufas ó salas de respiracion.

Así, en vez del azoato de plata, se empleará una solucion de cloruro de bario hecha amoniacal, y por la cantidad de carbonato de barita formado podrá juzgarse de la del *ácido carbónico que se busca*.

La sal de barita podrá reemplazarse por *potasa muy pura* á fin de obtener el *yodo* contenido en estado de una combinacion cualquiera en la atmósfera examinada. La solucion alcalina evaporada en seguida hasta sequedad, calcinada con un poco de peróxido de manganeso y tratada con alcool de 36° formará una solucion alcoólica, que evaporada, se tratará segun los métodos empleados para la investigacion del yodo y descritos anteriormente.

Repetiremos pues, que sabiendo la capacidad de la estufa ó de la sala de inhalacion, será muy fácil, por medio del cálculo, determinar por los datos adquiridos la cantidad de *oxígeno*, de *ázoe*, de *ácido carbónico*, de *principios sulfurados* y *yódicos* que contiene la atmósfera de estos espacios, y establecer despues la que absorveria un enfermo en un tiempo dado por el acto respiratorio del *aire mineralizado así*, puesto que se sabe por término medio el aire que se aspira en el acto vital.

Estufas naturales mofetas.

En algunas localidades de orígen volcánico sobre todo, se encuentran ciertas grutas que pueden considerarse como verdaderas estufas naturales las que hemos visto en Cransac (Aveyron) y en Neyrac (Ardeche). En estas estufas se desprenden por medio de una temperatura, con frecuencia elevada, vapores de agua, ácido carbónico ó productos sulfurosos (ácido sulfuroso, ácido sulfídrico). Algunas veces se aprovechan estas condiciones para que permanezcan los enfermos por cierto espacio de tiempo y mientras no haya peligro para ellos, ó bien solo se introduce una parte del cuerpo.

Puede ser muy útil averiguar la naturaleza de los gases de estas estufas, lo cual se consigue por medio de la análisis.

Para ello se toma una vasija que tenga un buen tapon, en el que se ajustan dos tubos, uno recto que lleva un embudo de llave, y otro tambien de llave doblado en angulo recto y encorvado por su estremidad. Estando lleno el aparato de mercurio, se vuelve boca abajo y se destapa encima de un lebrillo para que no se pierda el metal; se hará la misma operacion en varios parajes de la estufa bajos ó elevados, se tapa despues y tendremos un verdadero depósito de gas de la estufa. Cuando se quiere hacer la análisis se adapta sobre la estremidad del tubo encorvado una campana graduada llena de mercurio, se abren las llaves y se echa el mercurio por el embudo; cierta cantidad de gas se escapa y pasa á la campana en la cual se mide. Su olor puede revelar el *ácido sulfuroso* ó el *hidrógeno sulfurado*. Para conocer su proporcion, se cubre una varilla con una capa de engrudo de almidon espolvoreada con *polvos de plata* y sumerjiéndola, el *ácido sulfúrico* es rápidamente absorvido, y el volúmen que desaparece indica su proporcion; en la otra, poniendo un fragmento de *borax humedecido* se absorverá igualmente el ácido sulfuroso, cuya proporcion podrá conocerse muy pronto (Entendiéndose que estos dos gases no pueden existir simultáneamente). Lo que quede podrá ser *ácido carbónico ó ázoe puro ó mezclado con oxígeno;* por medio de un poco de potasa cáustica se separará todo el ácido carbónico y despues con el fósforo, el *oxígeno* que se encuentre; el resto será *ázoe*. Estos ensayos estan perfectamente conformes con lo que antes hemos dicho.

Algunas veces tambien no tiene el químico en sus viajes mas que un corto número de instrumentos á su disposicion; por esto en casos semejantes ha aconsejado M. Abich (1) emplear un aparato que sirve para analizar el gas de las fumarolas de ciertas grutas poco accesibles, y que podria tambien servir para recojer los gases de las salas de inhalacion. Consiste en un frasco aforado con una escala graduada, en cuya boca entra un tubo que se sumerje hasta el fondo del frasco, y por el otro estremo se une por un tubo de goma elástica con otro de dimensiones mas ó menos considerables que va á parar á la fuente gaseosa. En la parte inferior del frasco hay otra abertura en la que se coloca un tubo doblado en forma de codo, poniendo la curvatura superior al nivel del tapon del primer tubo. Lleno el frasco de mercurio ó de agua destilada, se coloca el tubo inferior hácia abajo y el líquido se derrama, encontrándose reemplazado por gas. Se vuelve á levantar el mismo tubo y puede cerrarse á la lámpara lo mismo que el primero. De este modo tendremos un gas perfectamente recojido que podrá analizarse, haciendo comunicar el primer tubo por medio de un aparato neumático con cuerpos absorventes convenientemente dispuestos. En seguida se corta el tubo inferior, y se sumerje en una cubeta de mercurio, y entonces se ve por la altura del metal en el frasco la cantidad de gas absorvido por el reactivo empleado.

Buvetas portátiles.

Sucede con frecuencia, que en algunos establecimientos termales que cuentan un gran número de fuentes minerales, faltan, sin embargo, ciertas aguas cuya eficácia es reconocida, y cuya necesidad se hace sentir para el tratamiento de algunos enfermos: en estos casos ha sido preciso recurrir á diversas aguas espedidas en botellas ó bien á preparaciones farmacéuticas. M. Filhol, que se ha ocupado tanto en investigar las cuestiones que se refieren á la hidrológia, ha tenido la feliz idea de obviar esta dificultad en Bagneres-de-Bigorre, localidad tan rica en fuentes salinas termales, pero casi enteramente privada de agua sulfurosa, á menos que no se cuente como tal la de Pinac, que tiene esta propiedad pasajeramente.

Con este objeto pensó utilizar el agua sulfurada de Labassere, cuya fuente existe en la montaña á algunas leguas de Bagneres-de-Bigorre y conforme con M. Francois estableció en esta ciudad una buveta portátil surtida por esta agua. Para este surtido se llevaba todos los dias en vasijas á propósito el agua de Labassere, y se calentaba artificialmente en baño de maria en la fuente de Theas, termal á 50°, que corre sin cesar en abundancia en el lugar en que está dicha buveta; un gasómetro lleno de ázoe ó de aire desoxigenado por la misma agua sulfurosa, está colocado sobre el agua de Labassere, y la preserva de toda descomposicion, y unas llaves de vidrio sirven para suministrar el agua tibia á los que quieren beberla, siendo contínuo el gasto que de ella se hace en toda la temporada.

Convencidos de las ventajas de semejantes aplicaciones, creemos que podrian multiplicarse y variarse en muchos establecimientos. Así nada impediria administrar las aguas *salinas*, *ferruginosas*, *bicarbonatadas*, *gaseosas*, *alcalinas*, al lado de las *aguas* sulfuradas; el punto que debe tenerse presente es tomar bien estas aguas y conservarlas sin alteracion en vasijas *ad hoc*. En seguida se administrarán en bebidas, frias ó calentadas en baños de maria artificialmente, y se formarán así buvetas portátiles fundadas en principios verdaderamente racionales.

(1) *Annales de chimie et de phisyque*. 2.ª série. 1837. t. LXVI, p. 458.

Creemos que debe proponerse el aparato siguiente para resolver el problema.

Consiste, por ejemplo, en un cilindro de guta-percha flexible sobre sí mismo, provisto de una buena cerradura como los que hemos propuesto para el trasporte de las aguas (V. este capítulo), y perfectamente lleno del agua que se desea aplicar á las buvetas.

El cilindro lleva en su parte inferior una llave que le pone en comunicacion con la garrafa ó vasija que sirve de buveta, y que se calienta con un baño de maria á 35°, ó se deja de calentar si puede beberse el agua fria. La buveta se llena por medio de un tubo que sube por lo interior de la vasija hasta la parte superior. Si se emplea un aparato de vidrio será necesario para favorecer el que se derrame del líquido en la buveta y evitar la entrada del aire, poner una llave superior en comunicacion con un aparato que dé hidrógeno, ázoe ó ácido carbónico (cuyo aparato podria ser un balon que contuviese ya una mezcla de zinc y de ácido sulfúrico diluido, ya de mármol y ácido clorhídrico diluido, ya por último de sulfuro de calcio tambien diluido en agua). Pero como el cilindro flexible se aplasta sobre sí mismo á medida que se vacia en la garrafa, es inútil añadir el aparato que acabamos de describir. Este cilindro que está sostenido por un bastidor se vuelve á llenar de agua mineral por medio de un tubo lateral que tiene un embudo. El boton que la garrafa tiene en su parte superior es movible para que pueda dejar salida al aire. Una vez lleno, es inútil tocarle; porque á medida que se saca agua por el surtidor, se reemplaza por otra nueva cantidad que suministra el cilindro flexible. Por último, el cilindro que sirve de depósito puede estar oculto para los que beben el agua.

No dudamos que con estos datos y aparatos sea fácil establecer en las ciudades y á distancia de las fuentes minerales muchas buvetas portátiles para los enfermos que no pueden ir á aquellas, ó que necesitan usar las aguas minerales fuera de la temporada de baños: por este medio se reemplaza con ventaja en muchos casos el de llevar las aguas en botellas. Por lo demas hemos sabido con satisfaccion hace poco que van á realizarse en gran escala proyectos de este género.

CAPITULO XII.

AGUAS POTABLES Y ECONÓMICAS.

Hasta aquí, bajo la denominacion de *agua mineral* propiamente dicha, hemos estudiado el agua como *agente médico*, considerándola dotada de una accion medicinal mas ó menos ventajosa sobre la economía animal, en razon de los principios particulares que se encuentran en disolucion en ella; pero el agua, aunque cargada de diversos principios, no tiene únicamente esta funcion, y su papel que es mas general hace de ella un agente esencial á la vida y á una multitud necesidades económicas. Bajo este aspecto merece igualmente la atencion del químico, porque, segun su naturaleza química, puede ser salubre ó insalubre, y mas ó menos á propósito para los usos á que se destina.

Vamos, pues, á examinar el agua bajo el punto de vista *higiénico y económico*.

Generalidades.

Es sabido que el agua es una sustancia eminentemente esencial en la

alimentacion del hombre y de los animales, para favorecer las funciones digestivas, y mantenerlas en una disposicion favorable al desarrollo y al equilibrio de la accion vital.

Habiendo salido pura de la mano del Criador, adquiere en la superficie del globo diversas cualidades que provienen de circunstancias estrañas á su naturaleza: la que se forma en el aire por la combinacion de los principios que entran en su composicion, ó que llevada primero en forma de vapores en la atmósfera, se precipita liquida, se halla en un gran estado de pureza, y casi sin ninguna mezcla, si se esceptúan los corpúsculos que flotando en medio del espacio, ó siendo de naturaleza salina, pueden ser arrastrados en un estado de completa disolucion. Las diversas sales que contiene cuando se encuentra en la superficie del globo tienen un orígen que le es estraño, y solo se las ha apropiado por su propiedad disolvente. Así se considera el agua que cae de las nubes, recibiéndola directamente en el momento de su caida en depósitos de una materia inatacable, espuestos al aire libre, y sin que tenga el menor contacto con la tierra, como la mas pura, y algunas veces casi semejante al agua destilada de nuestros laboratorios. Pero cuando cae en el suelo, desaparece momentáneamente, le penetra hasta una profundidad mayor ó menor, y despues de haber suministrado á la tierra que necesitaba los auxilios de su profunda influencia, aparece en la superficie, arrastrando consigo todos los elementos que ha podido tomar de ella; y su constitucion se encuentra entonces modificada por la presencia de cuerpos estraños que pueden perjudicar ó no á su salubridad. En la primera clase de aguas potables ó propias para los usos de la vida, se encuentra pues, el agua de lluvia recojida en las circunstancias favorables de que acabamos de hablar.

Despues de esta deberá colocarse la de los rios y en seguida la de las fuentes y la de las pozos.

Respecto de las aguas de lluvia estancadas, diremos mas adelante algo acerca del desagüe (*drainage*) método de desecacion de las tierras demasiado húmedas tan justamente apreciado en Inglaterra, y que igualmente empieza á emplearse en nuestro pais.

Es casi notoriamente sabido que las aguas de ciertos pozos son gordas, indigestas y con frecuencia insalubres; pero esto que es cierto en algunas localidades como, por ejemplo, en Paris, fundado sobre un terreno calizo; no puede recibir, sin embargo, una aplicacion general, pues que se ha reconocido perfectamente que las aguas de diversas fuentes que atraviesan ciertos terrenos calizos sulfatados ó carbonatados son todavía mucho menos salubres, que las de los pozos abiertos en terrenos silíceos, y á través de los cuales salen las aguas perfectamente claras, y lo mismo sucede con algunas aguas de rio que son infinitamente peores que las de ciertas fuentes. (1).

Nos apresuramos á decir que esta clasificacion que puede ser cómoda en su uso no lo es realmente bajo el punto de vista puramente higiénico; pero á pesar de esta restriccion, conservaremos el uso adoptado, á fin de seguir una marcha mas fácil en el estudio que vamos á emprender.

Las aguas deben su propiedad digestiva en gran parte al aire y al ácido carbónico disueltos en ellas y tambien á algunas sales que contienen en mayor ó menor cantidad.

Como hemos visto en uno de los capítulos anteriores, el aire contiene mas oxigeno cuando está en disolucion en el agua que cuando constituye la

(1) Filhol. *Eaux de Pyrenees* p. 331 y *Bulletin de l' Academie de medecine*, 1852-53, t. XVII, p. 404.

atmósfera: es mas abundante en unas aguas que en otras, por lo cual las primeras se han designado con el nombre de *aguas lijeras*, y las segundas con el de *aguas pesadas*.

Las primeras encierran comparativamente mas oxígeno y menos ácido carbónico, y en las de la segunda clase sucede todo lo contrario.

Por último, las aguas que en cierto modo no presentan ni aire, ni ácido carbónico (agua de nieve fundida, por ejemplo) son completamente insalubres y muy perjudiciales para la vida de los animales. Bergmann habia sospechado ya este hecho que han confirmado plenamente las esperiencias de Corradori de Prato (1) El agua de nieve tiene tal influencia sobre la calidad de las aguas de ciertos rios, que segun la estacion en que se ha hecho la análisis, son diferentes los resultados, como aparece de las siguientes tablas que tomamos de un escelente trabajo del Mr. Dupasquier.. (2) La primera tabla demuestra que en el verano cuando se derriten las nieves, la cantidad de ácido carbónico contenido en las aguas del Ródano, es mucho menor que en las demas estaciones, y que en la confluencia del Arve alimentada como es sabido por las neveras del Monte Blanco, esta proporcion es nula. En la segunda es fácil reconocer que esta disminucion se verifica no solo en la proporcion del ácido carbónico, sino tambien en la del oxígeno y el ázoe.

Agua del Ródano.

Analizada por Al. Dupasquier (febrero, 1839)

Acido carbonico.	centil.	1,82
Carbonato de cal.	gr.	0,15

Analizada por M. Boussingault (julio, 1835).

Acido carbónico.	centil.	0,65
Carbonato de cal.	gr.	0,10

Agua tomada en la desembocadura del Arve, analizada por Tingry (3) *(abril, 1808).*

Acido carbónico.	centil.	0,09
Carbonato de cal.	gr.	0,06

Analizada por Dupasquier (febrero, 1839).

Acido carbónico.	centil.	9,80
Oxígeno.	centil.	9,80
Azoe.	centil.	17,30

Analizada por M. Boussingault (julio, 1835).

Acido carbónico.	centil.	27,30
Oxígeno.	centil.	10,60
Azoe.	centil.	18,60

Hemos dicho antes que las sales contenidas en tales ó cuales aguas tenian una gran influencia sobre su modo de obrar en el acto de la digestion. Asi en las *aguas lijeras* se encuentran siempre cloruros alcalinos y bicarbonato de cal.

Los primeros son retenidos en el estómago, el segundo bajo la influen-

(1) *Dictionnaire des sciences naturelles* 1849, t. XIV.—*Annales de chimie* 1799. t. XXXIV. p. 190-
(2) Dupasquier. *Des eaux de sources et des eaux de Rivieres comparees sous le double rapport hygienique et industriel.* Paris. Lyon, 1840, p. 179-241.
(3) *Annales des mines.* 2.ª série, 1825, t. III. p. 201.

cia de los ácidos, y sobre todo del ácido láctico que contiene el jugo gástrico, se transforma en *lactato* y *sales de cal*, y es absorvido despues. Las esperiencias de M. Boussingault han demostrado que la cal que contienen las aguas potables, tiene una gran influencia sobre el crecimiento del sistema oseo. Las *aguas pesadas* presentan principalmente sulfatos y cloruros terreos, que no se descomponen por el ácido láctico, y por consiguiente, que no pueden ser absorvidos para la formacion del tejido oseo.

En las aguas potables se encuentran además otras sustancias: algunas sales unas de base de potasa, aunque son raras, y otras de base de magnesia, de alúmina ó de óxido de hierro, y algunas veces tambien de base de manganeso, pero siempre sílice en proporcion bastante considerable en estado de silicato alcalino.

Segun M. H. Sainte-Claire-Deville (1) este elemento desempeña un papel muy importante bajo el punto de vista fisiológico, pues que á la vez se encuentra en el tejido oseo y en las cenizas que producen los humores y los tejidos de la economía.

Por último, segun las investigaciones del mismo autor, los azoatos de potasa, de cal y de sosa, son mas ó menos abundantes en las aguas potables, y se encuentran siempre que se han reunido las circunstancias siguientes: aire, humedad y materias porosas. Sobre todo los nitratos son abundantes en las aguas que atraviesan los grandes centros de poblacion, y los pozos de las grandes ciudades presentan con frecuencia cantidades bastante considerables de ellos; mientras que en los de las cercanías no hay mas que vestigios (Liebig).

La atmósfera tiene ademas una gran influencia sobre la constitucion de algunas aguas, y puede hacer variar su composicion química. Este es un hecho que ha quedado fuera de toda duda por las escelentes esperiencias de M. Fauré en su trabajo sobre las aguas de la Gironda (2).

Asi cuando el tiempo está seco y los aires vienen de la tierra, es decir, del Oriente, los *cloruros* disminuyen, desaparece el *yodo*, dominan las *sales de cal* y la *materia orgánica*. Por el contrario, en tiempos lluviosos y cuando sopla el viento de la parte del mar, aumentan las *sales marinas*, disminuye la *máteria orgánica*, y es mas apreciable el *yodo*.

Mas adelante veremos al ocuparnos de las diversas especies de aguas en particular, la influencia por lo comun funesta de las materias orgánicas; por lo tanto no insistiremos mas aquí sobre ello, y de todo lo que precede podremos decir que las sustancias necesarias en las aguas para que sean potables son: el aire, el ácido carbónico, el cloruro de sodio y el bicarbonato de cal (Dupasquier): que las mas perjudiciales son: el sulfato de cal, el cloruro de calcio y el nitrato de cal (Pogiale) (3): por último, que las aguas para ser buenas no deben contener mas que gr. 0,60 de materias salinas ó térreas, ni mas de gr. 0,01 de materia orgánica (Fauré).

(1) Sainte-Claire Deville. *Recherches analytiques sur la composition des eaux potables* (*Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, 1846 t. XXIII. p. 32).

(2) Fauré. *Analyse chimique des eaux du departement de la Gironde*. Burdeos. 1853. p. 187.—*Annales de chimie et de physique*, 3.ª série 1853, t. XXXIX, p. 83

(2) Poggiale. *Recherches sur les eaux des casernes, forts et postes casernés des fortifications de Paris*, 1853, p. 54-55.

Aguas potables en particular.

Agua de lluvia.

Si hemos considerado el agua de lluvia como la mas pura, mas útil y mas saludable para las primeras necesidades de la vida, se deduce que será preciso tratar de reconocer las cualidades que la distinguen en las que generalmente se usan, ó dar la preferencia á las que mas se aproximan á ella.

El agua de lluvia, tal como se ha supuesto recojida, preservándola de toda influencia nociva, es indiferente á todos los reactivos químicos, á escepcion de los que pueden indicar en ella el aire disuelto; pero el aire, lejos de ser perjudicial, es esencial á su constitucion como agua potable, puesto que sin su presencia tendria propiedades desfavorables.

El agua de lluvia no es sin embargo absolutamente pura; al atravesar el aire atmosférico se lixivia y se carga de los principios que contiene este último. Asi se encuentran en ella ácido carbónico y además amoniaco, vestigios de magnesia, de cal, de cloro, y constantemente ácido azoótico. Cavendish fué el primero (1785) que indicó en ella la presencia de este ácido, cuando cruzaban la atmósfera chispas eléctricas; Bergmann habia tambien descubierto en ellas vestigios de nitrato de cal y de cloruro de calcio; y por último en el dia se admite por lo general que este compuesto se halla principalmente en estado de azoato de amoniaco, sal que es mucho mas abundante en el verano que en el invierno; y segun M. Barral, un métro cúbico de agua de lluvia contiene por término medio gr. 22,7 de él; ademas está admitido que este fenómeno se verifica por la accion del ozono que trasforma el ázoe en ácido azoótico. Debe observarse que la cantidad de ácido azoótico existente en el agua de lluvia está en razon directa de la de ozono, é inversa de la de amoniaco.

Se han indicado muchos métodos para reconocer este ácido azoótico; el primero (1) debido á M. Bineau se funda sobre la propiedad que tiene una mezcla de acido sulfúrico y de sulfato de protóxido de hierro, de tomar color de rosa mas ó menos vivo, segun la cantidad de ácido azoótico con que se pone en contacto; el segundo método dado por M. Boussingault (2) está fundado sobre la decoloracion de la solucion de sulfato de indigo por el ácido azoótico. Es fácil comprender que por medio de licores graduados se podrá conocer exactamente la cantidad de ácido azoótico contenido en una agua de lluvia.

Por último, en dichas aguas se ha encontrado cloruro de sódio, y principalmente en los terrenos inmediatos al mar. Muchos autores han hecho estudios sobre esto, y Dalton en Manchester ha encontrado hasta gr. 0,135 en un litro; y en Francia otros operadores, MM. Isidore Pierre en Caen, Marchand en Fecan, Martin en Marsella han hallado cantidades menores que variaban de gr. 0,005 á gr. 0,008.

La presencia del cloruro sódico habia naturalmente hecho creer en la de los bromuros y yoduros correspondientes, y muchos autores MM. Chatin (3), Barral (4), Bineau (5), Marchand (6), han creido reconocerle en cantidades

(1) Bineau. *Etudes chimiques sur les eaux pluviales et sur l'atmosphere de Lyon et de quelques puits ces environs pendant les annees* 1852 y 1853. *Annales de chimie et de physique*, 3.ª série, 1854, t. XLII, p. 428.

(2) *Comptes rendus de l'Academie des sciences*, 1837, t. XLIV. p. 108.

(3) *Comptes rendus de l'Academie des sciences*, 1851, t. XXXIII, p. 5, 1852, t. XXXV, p. 127, 1854, t. XXXVIII, p. 85, 1854, t. XXXIX, p. 85.

(4) *Ibid* 1852, t. XXXIV, p. 58, 285, 824: 1852, t. XXXV, p. 427: 1853, t. XXXVI, p. 184.

(5) *Ibid* 1852, t. XXXIV, p. 357.

(6) Marchand. *Des eaux potables en general.—Memoires de l'Academie imperiale de medecine*, 1853. t. XIX, p. 121.

apreciables, publicando sobre este hecho investigaciones afirmativas. Segun M. Chatin, un metro de agua de lluvia contiene de 2 á 5 cienmilésimas de gr. de yodo. La nieve y el granizo dan resultados idénticos.

Hemos dicho, página 37, que M. de Lucca habia encontrado yodo en el aire, en el agua de lluvia y en la nieve; pero este ha sido un error involuntario, porque los resultados de este químico han sido negativos, y en un trabajo muy reciente hecho con muchas precauciones y operando sobre cantidades considerables de materia, el mismo autor (1) ha deducido la conclusion de que por los medios que en la actualidad se usan no habia podido reconocer el yodo en el aire atmosférico; y por consiguiente, ni en el agua de lluvia ni en la de nieve. Cree, pues, que en las esperiencias anteriores el yodo reconocido debia preexistir en los reactivos empleados.

M. Marchand opina que tambien se encuentra siempre en las aguas de lluvia el ácido sulfídrico (y por consiguiente en la atmósfera), y que á este compuesto debe atribuirse el azufre que contienen todas las plantas de la familia de las cruciferas. De este mismo hecho saca por consecuencia que todos los sitios infectados por hidrógeno sulfurado pueden purificarse cultivando plantas pertenecientes á esta familia.

No merece la preferencia el agua de lluvia solo por la falta casi absoluta de las sales contenidas en las demás aguas, pues que el agua destilada tendria entonces la misma ventaja, sino por la justa proporcion de aire que tiene en disolucion y de la cual se encuentra casi completamente privada la última en razon de la operacion, por cuyo medio se prepara. Así es que, siendo esta muy ventajosa para los usos químicos, vendria á ser muy perjudicial como bebida, pesando sobre el estómago, y por consiguiente siendo impropia para las principales funciones de la vida, mientras que la otra por el hecho mismo de estar saturada de aire y ser muy favorable para las acciones digestivas, no podria ser siempre conveniente para las operaciones químicas.

El agua de lluvia, formada en medio del aire se encuentra en un estado termométrico análogo al fluido que atraviesa, esceptuando el caso en que sometida á la influencia eléctrica, ha podido solidificarse; y si en los calores del verano buscamos una bebida refrigerante con las aguas de baja temperatura ó con el mismo hielo, en medio de una estacion templada esperimentamos un bienestar sensible cuando usamos un agua que tenga un grado de calor parecido al de la atmósfera en que vivimos. Puede decirse que el agua de lluvia es insípida, y para demostrarlo podemos emplear el mismo argumento de los que pretenden que el agua no está completamente privada de sabor. En apoyo de su opinion mencionan el hecho incontestable de que los apasionados al agua, le encuentran un sabor caracterizado. Es verdad que los que beben esclusivamente este líquido son muy pocos, y que no encontrando siempre el agua tan pura como desean, tienen el sentido del gusto bastante fino para distinguir las materias estrañas, que le comunican un sabor que no tendria si estuviese completamente pura.

El agua de lluvia es inodora, y si acaso tiene algun olor se debe á las materias estrañas que se le hayan comunicado.

Por la misma razon de que bajo cierto aspecto se ha comparado el agua de lluvia al agua destilada, y que en muchas esperiencias químicas podria sustituirse á esta última, deberia tal vez creerse que el peso especifico de estos líquidos es el mismo. Pero si se trata del agua destilada bien privada del aire, que sirve de punto de comparacion para los demas líquidos á una temperatura y presion barométrica dadas, y que por esta razon se ha con-

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1857, t. XXXII, p. 414; 1858, t. XXXIII, p. 52.

siderado como tipo que representa la unidad, creemos enunciar un hecho positivo, estableciendo que el peso específico del agua de lluvia á la misma temperatura y presion, es menos considerable que el del agua destilada. Con razon fundamos esta opinion sobre la particularidad de que estando el agua de lluvia saturada de aire, debe ser específicamente mas ligera; pues que la disolucion del aire ha debido aumentar su volúmen, y empleando los medios indicados en otro capítulo de esta obra, nos convenceremos de la realidad de esta asercion.

Para obtener el agua de lluvia realmente pura, el mejor procedimiento que debe seguirse consiste en operar como se practica hace algun tiempo en la marina. Se suspende por las cuatro puntas un pedazo de tela que deberá escojerse muy limpio y privado de materias estrañas; se estiende, y en el centro se coloca una bola ó peso cualquiera para que se forme un verdadero filtro. El agua pasa á través de la tela y se recoje en una vasija colocada debajo.

Pero cuando el agua de lluvia se ha recojido por las canales de los tejados, arrastra consigo, sobre todo despues de una gran sequía, los cuerpos estraños que encuentra, y se carga de una cantidad mas ó menos considerable de materias solubles, animales, vegetales y minerales.

Desde que se ha hecho muy frecuente el uso de los tejados de cinc se han ocupado muchos químicos de la cuestion de salubridad referente á este punto: *¿el contacto del metal da al agua recojida propiedades que puedan ser perjudiciales para la salud?* y por consiguiente puede beberse el agua recojida en las canales ó conservada en vasijas de cinc? M. Boutigny ha publicado con este motivo interesantes investigaciones (1), y he aquí las conconclusiones que ha sacado de su trabajo el sabio químico de Evreux.

1.° El cinc de los tejados se oxida á espensas del aire.

2.° El agua que contiene sales calizas (sulfato y carbonato) hace pasar este metal al estado de óxido, y despues al de carbonato hidratado.

3.° La arena no puede impedir esta reaccion.

4.° El cinc resguardado del aire no se descompone.

No debe usarse como bebida agua obtenida en semejante circunstancia.

M. Chevallier ha indicado tambien la accion del agua sobre las vasijas de cinc y las propiedades nocivas que entonces adquiere.

Sin embargo, todos los autores no están unánimes en rechazar las vasijas de este metal; porque en las llanuras de Neufbourg (Eure) en que son muy raros los pozos y las fuentes, se recojen las aguas de lluvia y se conservan en depósitos de cinc, y las personas que usan estas aguas, dice M. Ansoux, (2) no han esperimentado nunca accidentes ningunos. Es pues, una cuestion que merece estudiarse de nuevo, teniendo en cuenta las variadas circunstancias que pueden tener gran importancia en los resultados obtenidos.

En las cisternas en que se conserva, esperimenta una especie de movimiento intestino, debido á la putrefaccion de las materias orgánicas que haya llevado. Frecuentemente las aguas de lluvia arrastran infusorios, insectos y escrementos de aves. La accion de la luz basta para determinar en ellas la presencia de animalillos; la materia verde de Priestley da tambien un fenómeno análogo (Gros).

Cuando las aguas llegan á cisternas muy oscuras y se ha prolongado suficientemente la accion del oxígeno atmosférico, se purifican, y basta entonces pasarlas por un filtro de papel ó de arena (Marchand). Disuelven tambien

(1) *Annales d' hygiene*, 1837, t. XVII, p. 281.
(1) *Annales d' hygiene*, 1837, t. XVIII, p. 352.

cierta cantidad de los mismos materiales que han servido para la construccion de los depositos subterráneos que las reciben, y con el tiempo á la verdad se depuran y se vuelven mas salubres; pero no pueden compararse con el estado vírgen que en cierto modo las caracterizaba en el momento de su caida.

De cualquier modo que sea, cuidando estos depósitos subterráneos, evitando, sobre todo, que caiga en ellos mas que el agua que quiera conservarse, y limpiándolos de cuando en cuando para quitar los depósitos mas ó menos considerables que se forman en ellos y en los cuales pueden hallarse tal vez sustancias orgánicas que despues puedan descomponerse, tendremos recursos precisos que podrian multiplicarse en sitios lejanos de los rios, y que carecen de fuentes; por último, tambien podrian desinfectarse por medio de carbon.

Queda sin embargo el determinar por medio de la análisis la naturaleza de estas aguas, y reconocer si están cargadas de una gran cantidad de materias salinas.

Aguas de rio.

Los rios formados por los manantiales procedentes de la filtracion á través de los terrenos que penetran las aguas caidas sobre las alturas del globo, arrastran necesariamente con ellas en los primeros momentos de su curso los diversos elementos que les llevan las corrientes que sirven para engruesarlos. Pero estas últimas tambien, en el trayecto que han recorrido, han podido despojarse de una parte de las materias que tenian en disolucion, y encontrándose reducidas á la temperatura en medio de la cual se hallan, toman bien pronto del aire una porcion que habian perdido en sus viajes subterráneos. Puede, pues, considerarse el agua de los rios de naturaleza bastante parecida á la de las aguas de lluvia; así segun dice Berzelius, muchos rios de Suecia dan una agua tan pura como si fuese destilada, lo cual sucede con la del Fahlun analizada por Gahn, y sobre la que no tienen accion los reactivos químicos. (1) Generalmente tambien deberemos decir que estas aguas contienen casi siempre cierta cantidad de materias salinas que demuestra en ellas la análisis, y como estas sustancias son de naturaleza benigna y en una proporcion que no puede ser perjudicial, resulta que su uso no tiene peligro. Espuestas estas aguas en su estenso curso contínuamente al contacto del aire que cubre su superficie, se hacen cada vez mas salubres. Aunque son el elemento habitual y la morada de animales que depositan sus escrementos y viven y mueren en ellas, y que por consiguiente deben dejar gérmenes de putrefaccion de todas clases, el movimiento contínuo á que obedecen para colocarse en los sitios mas bajos y en el seno de los mares remedia los inconvenientes que podrian presentar estas reacciones y descomposiciones, y no perjudica nada á su salubridad. Unicamente puede decirse que en las grandes ciudades que atraviesan, en razon tambien de las impuridades que vierten en ellas las cloacas, y las que proceden de los buques, de la enorme cantidad de fango mas ó menos pútrido que acumulan estas inmundicias, y que no puede quitarse completamente aunque se tenga mucho cuidado en su limpieza, debe haber perdido su salubridad el agua. La influencia del paso de los rios á través de las grandes ciudades, se ha indicado en muchas memorias emprendidas ya sobre el agua del Sena, ó sobre la del Loire. Desparcieux hizo la primera análisis en 1766, Parmentier en 1775 (2) hizo otra; pero el primer trabajo completo sobre esta materia le emprendió en 1816 una comision científica compuesta de MM. Thenard, Hallé y Tarbé,

(1) Berzelius, *Traité de chimie*: 1829, t. I, p. 117.
(2) *Journal de physique*: febrero 1775.

y se confiaron sus análisis á M. Colin, bajo la inmediata direccion de M. Thenard (1).

La segunda, la emprendió en 1829 M. Vauquelin que analizó en diferentes parajes las aguas del Sena, del Marne y del Ourcq. M. Bouchardat puso en órden este trabajo, le completó y le presentó en 1850 (2). Una de las consecuencias más notables de él, es que el agua del Sena no es semejante en sus dos riberas desde la confluencia del Marne, y que las sales magnesianas son mas abundantes en la orilla derecha, aunque en cambio no contienen vestigios de nitratos de los que hay pequeñas cantidades en la orilla izquierda.

En 1844 encargó á MM. Boutron y O. Henry el prefecto del Sena hacer un trabajo acerca de todas las aguas del surtido de Paris. Segun este trabajo publicado en 1848 (3), se reconoció perfectamente que el agua del Sena, ya menos pura desde su mezcla con la del Marne, lo es mucho menos á medida que al atravesar la gran ciudad recibe el Bievre, las aguas del canal de San Martin alimentado por el Ourcq, las del Arcueil y una gran cantidad de aguas económicas é industriales, muchas sales y sobre todo nitratos que van progresando á medida que se camina rio abajo de la ciudad.

M. E. Peligot (4) ha referido este estudio á un nuevo punto de vista digno tambien de fijar la atencion de los higienistas, y se ha preguntado si cuando el rio se helaba, el agua que quedaba líquida no contenia en el mismo volúmen una cantidad mas considerable de materias salinas en disolucion. Numerosos ensayos se han emprendido, y los siguientes números estractados de su memoria indican perfectamente que la opinion de M. Peligot se ha comprobado.

19 de enero.	Tiempo frio desde algunos dias antes, el termómetro marcaba 10 grados: el rio iba bastante deshe lado: agua tomada en lo ancho del rio, hácia arriba, á la altura del puente de Bercy. . . .	gr. 0,301
19 de enero.	Agua tomada en lo ancho hácia abajo, despues de haber atravesado Paris á poca distancia del puente de la Concordia.	0,276
23 de enero.	Deshielo y fusion de la nieve. Agua tomada en las cercanías del Puente Nuevo.	0,363
6 de febrero.	Gran crecida. Agua tomada en el mismo paraje.	0,200
20 de febrero.	Nueva helada, tiempo de nieve. Agua tomada en el mismo sitio.	0,217
1.° de marzo.	Tiempo apacible. Agua tomada en el mismo sitio.	0,180
8 de marzo.	Gran crecida. Agua tomada en el mismo sitio.	0,150
11 de abril.	Tiempo apacible desde muchos dias antes. Agua tomada rio arriba en el puente de Bercy. . .	0,225
11 de abril.	Agua tomada rio abajo, en el puente de la Concordia.	0,210

La estacion en que se opera tiene tambien una influencia marcada sobre la análisis; asi M. Poggiale (5) ha examinado el agua del Sena en los diversos meses del año, llegando á conclusiones muy interesantes. Primero ha confirmado lo que algunos años antes habian anticipado MM. Boutron

(1) Thenard. *Traité de chimie*, 6.ª edic., 1854, t. 1, p. 253.
(2) *Journal de pharmacie*, 2.ª serie, 1850, t. XVI, p. 1.
(3) Boutron y O. Henry. *Analyse chimique des eaux qui alimentent les fontaines de Paris*, memoria coronada por la Academia de ciencias, 1848, en 8.°
(4) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, t. XXVIII, p. 81.
(5) *Journal de pharmacie et de chimie*, 3.ª serie, 1855, t. XXVIII, p. 321.

y O. Henry y despues M. Deville, á saber que la cantidad de sustancias fijas contenidas en el agua del Sena, es mas considerable rio abajo que no rio arriba de Paris, y además que el agua de este rio tomada en el puente de Austerlitz, cuando se ha aumentado su caudal con el del Bievre contiene una cantidad mayor de sales que en el puente de Ivry.

Hé aquí los resultados de algunas esperiencias referidas por M. Poggiale.

1.° de febrero	1853	Puente de Ivry	0,269	Puente de Austerlitz	0,306
22 de agosto	1853	—	0,257	—	0,323
23 de diciembre	1853	—	0,243	—	0,288
26 de abril	1854	—	0,249	—	0 296

Si ahora se examina con cuidado lo que se verifica respecto de los principios fijos, se observan los hechos siguientes, que tomamos testualmente de la memoria de Poggiale:

1.° La proporcion de carbonatos de cal y de magnesia contenidos en el agua del Sena, es generalmente mayor en verano que en invierno, y está en razon inversa de la altura del agua.

La cifra máxima ha sido de gr. 0,197 para un litro de agua y la mínima de gr. 0,139

2.° Las cantidades de sulfato de cal y de cloruros alcalinos han presentado menos variaciones, pero siempre en el mismo sentido.

3.° Se ha obtenido mas ácido silícico durante las fuertes crecidas del Sena.

4.° El agua de este contiene una notable proporcion de materias orgánicas que aumentan durante el verano: el residuo de la evaporacion del agua se ennegrece entonces, y esparce un olor infecto cuando se calcina.

5.° He encontrado gr. 0,00009 á gr. 0,00037 de amoniaco para cada litro de agua, abservando que la proporcion de alcali se halla aumentada por las lluvias, por la fusion de las nieves, y parece estar en relacion con la cantidad de materias orgánicas.

El agua del Sena tomada en el puente de Austerlitz en la orilla derecha, contiene próximamente la misma proporcion de amoniaco; pero si se toma en la orilla izquierda, se obtienen números tan diferentes que he tenido que repetir muchas veces estos ensayos, y me limito á dar á conocer los siguientes resultados:

Julio 1853....	Puente de Austerlitz,	(orilla derecha)...	gr.	0,00027
		(orilla izquierda)...		0,00190
Marzo 1854...	Puente de Austerlitz,	(orilla derecha)...		0,00014
		(orilla izquierda)...		0,00085
Abril 1854...	Puente de Austerlitz,	(orilla derecha)...		0,00019
		(orilla izquierda)...		0,00132

Análogos resultados han demostrado MM. Girardin y Preisser (1) en su análisis del agua del Sena rio abajo, y subiendo hácia Rouen. Segun estos químicos, las variaciones que esperimenta el agua, y que consisten en una proporcion mayor de cloruro de sodio y de materias orgánicas, provienen por una parte de las aguas producidas por muchas fábricas de indianas y de productos químicos, y tambien de las de las alcantarillas que vierten en ambos lados.

Mencionaremos, por último, las investigaciones hechas con objeto análogo sobre las aguas del Loira, en Nantes, por MM. Bobiere y Moride (2).

(1) *Annuaire des eaux de la France*, 1854, 54, p. 81.
(2) *Ibid*, p. 138.

Sin embargo, debe observarse que en medio de estas aguas se establece un movimiento intestino que dando siempre lugar á descomposiciones y combinaciones de todo género, verifica, sobre todo por medio de la corriente contínua que tienen y en razon de su rapidez mas ó menos pronunciada, una especie de depuracion espontánea que evita los daños que pudieran temerse.

Pero las considerables crecidas de las aguas debidas al derretimiento de las nieves que en los inviernos cubren las montañas y las llanuras y á las lluvias largas y abundantes que inundan y arrasan los campos circundantes, arrastran con frecuencia á los rios materias vegetales, animales y minerales, de las que unas que están en suspension enturbian la trasparencia del agua, la vuelven cenagosa y en cierto modo impropia para beber; mientras que otras disueltas le comunican propiedades mas ó menos nocivas. La higiene exige por lo tanto que se les devuelva su primera trasparencia y se les prive de las sustancias que pueden ser perjudiciales. Al fin de este capítulo consagraremos algunas líneas á la descripcion de los diversos medios propuestos y practicados para purificar algunas aguas que se han vuelto insalubres y hacerlas apropósito para diferentes usos económicos.

Las aguas de los rios, sin esceptuar ninguna de ellas, no contienen los materiales que hacen que las otras sean medicinales, ó si así sucede, es con frecuencia en una proporcion tan debil que pueden con razon considerarse como estraños á estas últimas. Por su origen, es desde luego manifiesto que deben tener sales de base de cal y otras en proporciones variables. Estas sales son el sulfato de cal, algunos cloruros de calcio y de magnesio y carbonatos con frecuencia distintos del carbonato de cal, porque este último no siendo soluble mas que en un esceso de ácido, á consecuencia de la esposicion del aire y del movimiento contínuo de las aguas acaba por descomponerse y precipitarse en gran parte en estado insoluble,

Segun los trabajos mas modernos se ha reconocido que todas las aguas de los rios, de los manantiales y de los arroyos contienen nitratos, y sin embargo en las aguas del mar no se encuentran vestigios apreciables.

M. Deville (1) cree que esto proviene de que la masa de las aguas dulces que vierten en el occeano es insensible comparativamente á la de este último. M. Marchand da la siguiente esplicacion de este fenómeno: por una parte, dice, bajo la influencia de la respiracion de los peces, los nitratos contenidos en el agua pasan con esta á través de sus branquias y esperimentan una descomposicion cuyo resultado final es el amoniaco: por otra, en las profundidades del occeano se encuentra una cantidad considerable de moluscos univalves y bivalves (ostras, almejas etc.) que escretan continuamente cierta cantidad de hidrógeno sulfurado, el cual hallándose en estado naciente en contacto con los nitratos provoca la transformacion del ácido de estas sales en amoniaco. Pero las aguas del mar contienen ácido sulfídrico libre y su barro ó cieno da por la análisis cristales de fosfato amoniaco-magnesiano. Pueden tambien contener un poco de sílice y materia vegeto-animal.

Independientemente del uso del agua de rio como bebida, tambien se emplea para la preparacion de los alimentos y para lavar la ropa. Algunas veces por la naturaleza de estas sales es impropia para cocer las legumbres y corta el agua de jabon, particularidades importantes que deberán mencionarse en la análisis. Generalmente las aguas fuertemente selenitosas ó

(1) *Loc. cit.*

calizas son poco favorables, sobre todo las primeras, para emplearlas como bebida ó para los usos que hemos mencionado.

Como la temperatura de las aguas de rio es muy parecida á la de la atmósfera, debe considerarse su estado termométrico habitual tan favorable como puede desearse.

Su peso específico determinado por los medios que hemos descrito será un indicio bastante bueno de la mayor ó menor cantidad de sales que se hallen en disolucion en ellas.

Las aguas de rio pasan por estar saturadas de aire todo lo que puedan estarlo por su contacto habitual con él; sin embargo, esta saturacion no es completa, porque de los trabajos de Gay-Lussac y Humboldt resulta que el agua del Sena en contacto con el oxígeno, toma hasta 40 por 100; no obstante, en razon de su contínua corriente que renueva y multiplica las superficies deberemos creer que bajo este aspecto tienen todas las cualidades que pueden desearse.

Esta cantidad de principios gaseosos contenidos en el agua de los rios no es siempre la misma, y sobre este punto debemos datos muy curiosos á las interesantes investigaciones de MM. Peligot y Poggiale.

Las esperiencias de estos dos sábios profesores se han emprendido sobre el agua del Sena y están consignadas en las memorias que antes citamos.

La cantidad de ácido carbonico es considerable, puesto que por término medio es 43,2 por 100 de la mezcla gaseosa que se saca del agua por los procedimientos siguientes.

Segun M. Poggiale:

1.° La proporcion de los gases y particularmente del aire es susceptible de grandes variaciones.

2.° La cantidad de aire y ácido carbónico es mas considerable en invierno que en verano.

3.° El agua es menos rica en oxígeno en verano que en invierno.

4.° Generalmente la proporcion de los gases aumenta al mismo tiempo que el volúmen del agua.

5.° El agua del Sena contiene en cada litro:

Acido carbónico.	0,0233 gr.
Oxígeno.	0,0090
Azoe.	0,0200

Por último, la cantidad de oxígeno respecto del aire es por término medio de 31,04 para 100 de aire y además la de ácido carbónico no parece proporcional como pudiera creerse con las cantidades de carbonato calizo y magnesiano.

De cualquier modo que sea, creemos que esta diferencia de solubilidad de los gases que sin duda proviene de circunstancias meteorológicas de temperatura y presion, no influye en nada sobre las escelentes cualidades de las aguas de rio y que deben tener la preferencia, al menos en su mayor parte para los usos económicos y para bebida.

Hemos dicho, hace poco, que en los rios que atraviesan los grandes centros de poblacion se vierten con frecuencia muchas sustancias impuras procedentes de los residuos de diversas fábricas, viniendo á ser la causa de miasmas ó de emanaciones deletéreas engendradas por su contacto. Volveremos á insistir sobre esta importante cuestion bajo el punto de vista higiénico en el párrafo destinado á las aguas insalubres, indicando las mejoras que se han practicado, las que están ejecutándose y las que se han propuesto para remediar esta gran causa de insalubridad.

De las aguas de manantiales.

La frescura que generalmente tienen estas aguas y la mayor parte de las veces su seductora trasparencia, constituye un mérito que desde luego previene en su favor; asi es que con frecuencia ha prevalecido el uso de estas aguas sobre el de las aguas de rio, cuando las últimas no se han clarificado y depurado. Se comprende por otra parte la repugnancia que se esperimenta para usar de una agua que con razon se cree cargada de una multitud de materias perjudiciales, y para vencer estos escrúpulos, es preciso convencerse de que el movimiento contínuo de las aguas de rio y las masas de líquido que llevan, favorecen continuamente su depuracion. Pero las aguas de manantial tan notables por esta trasparencia cristalina, que no deja de admirarse, por la abundancia de vida que llevan á nuestras praderas, á nuestros bosques, cuya frescura mantienen al pie de las rocas de donde brotan, necesitan con frecuencia para ser mas saludables haber perdido algo de esta especie de crudeza, que seduce en detrimento de su bondad. En efecto, con frecuencia no es debida mas que á una baja temperatura que permite á estas aguas retener por mas tiempo en disolucion sustancias de que podrian despojarse en las sinuosidades que tienen que recorrer antes de llegar á engruesar los rios en que vierten. Es verdad que las aguas de fuentes que proceden de manantiales mas ó menos distantes de los parajes en que se encuentran, han podido perder ya una parte de las sustancias salinas que llevan consigo juntamente con la de los sitios de donde salen, y que el trayecto que forman en los canales practicados para conténerlas, basta algunas veces para restablecerlas á la temperatura mas próxima al medio en que vivimos. Pero como la mayor parte deben su orígen á las aguas fluviales, que con frecuencia despues de haber caido sobre las altas montañas, han atravesado masas de materias que no han podido sustraerse á su propiedad disolvente, en el instante en que aparecen en la superficie, se hallan mas ó menos cargadas de estos materiales, y presentan por otra parte un estado termométrico que se diferencia sensiblemente del que las rodea. Asi es que, suponiendo que reparen esta última pérdida en todo el camino que van á recorrer para llegar á los rios, debe siempre decirse que en su orígen pueden considerarse como mucho menos salubres. Si han atravesado masas de sulfato de cal, se hallan muy cargadas de esta sustancia, é independientemente de la accion particular que ejercen sobre el estómago, son tambien poco á propósito para cocer las legumbres y para la colada de la ropa.

Al caer en la superficie de un terreno movible y cultivado, favorecen las descomposiciones que dan lugar á una vejetacion floreciente, y se cargan tambien de una considerable cantidad de gas ácido carbónico: además filtrándose á través de masas mas ó menos voluminosas de tierra caliza, disuelven en ellas en proporcion el ácido carbónico que habian retenido: en el momento en que entran en comunicacion con el aire esterior, depositan en forma de incrustaciones una parte de este carbonato de cal, despues de la pérdida de ácido carbónico, que habia favorecido su disolucion. Frecuentemente en el trayecto que siguen antes de llegar al consumidor, depositan esta sal mas ó menos abundantemente sobre los cuerpos que encuentran, y les cubren ó mejor reemplazan las fibras poco á poco, de manera que asemejan petrificaciones curiosas de materias orgánicas; pero conservando todavía una proporcion considerable de ellas. Es fácil demostrar la existencia de esta sal acídula á distancias bastante largas, porque á la mas leve impresion de calor estas aguas se enturbian mientras que se precipita el carbonato hecho insoluble.

En la cadena casi continua de montañas que rodean al Sena desde la capital hasta su embocadura en la mar, la mayor parte de las aguas que encierran, y que aparecen en su base para ir á parar al rio, ofrecen á cada paso este fenómeno, al que son debidas las incrustaciones raras y curiosas que llenan las cavidades de las canteras situadas á la inmediacion del Sena.

Al filtrarse el agua atravesando la bóveda de estos vastos subterráneos, deposita en ellos por la evaporacion en forma de estalactitas mas ó menos hermosas el carbonato de cal de que está cargada, y sin despojarse completamente de él cae al suelo, que á su vez se cubre bien pronto de estalagmitas mamelonadas de todas clases; por último, á una gran distancia de ellas deja á la mas leve impresion del fuego, una gran cantidad de sal acídula de que en cierto modo parece estar sobresaturada.

Las aguas de los manantiales de esta naturaleza las reunen algunas veces para el surtido de las fuentes de las grandes ciudades, conduciendolas en canales metálicos ú otros cualesquiera, y con mas frecuencia en tubos de plomo. Estando siempre cubierta la superficie interna de estos canales de una capa de óxido, debe creerse que la sal acídula puede esperimentar en ellos una descomposicion, porque el ácido de la sobresal se dirige sobre el óxido, mientras que el carbonato de cal se precipita y forma un barniz interior, que á la verdad puede preservar en adelante al metal de la accion del agua. Es importante hacer esta observacion, porque como puede suceder con frecuencia, si se abren sobre el tubo principal otros nuevos tubos de plomo para conducir el agua en las diversas ramificaciones que exigen las localidades, se renueva el efecto de que hemos hablado antes, y es absolutamente necesario dejar correr las primeras porciones de aguas sin hacer uso de ellas. Esta agua es blanca, está á la vez cargada de carbonato de cal mezclado con carbonato de plomo, y solo al cabo de mucho tiempo recobra su primitiva claridad cuando la descomposicion caliza ha acabado por formar el barniz interior, que por consiguiente puede oponerse á toda descomposicion.

Algunas aguas depositan una mezcla de carbonato calizo y de carbonato ferroso, que se ha producido por una reaccion análoga. Por último, otras dejan tambien depósitos de sulfato calizo, pero esto sucede mas rara vez, y solo con aguas muy saturadas espuestas al aire, se forma una verdadera cristalizacion de la sal de que tratamos.

Además de estos depósitos calizos que, como veremos mas adelante, tienen mayor importancia bajo el punto de vista industrial, y especialmente respecto de las máquinas de vapor, tanto fijas, como locomotoras, añadiremos que algunas aguas de manantiales dan orígen en los tubos que atraviesan á tubérculos ferruginosos, que disminuyendo el diámetro de estos impiden notablemente la corriente de los liquidos. Estos tubérculos se producen, segun M. Payen, bajo la influencia de corrientes eléctricas, que se desarrollan por la accion de sustancias estrañas, constituyendo los elementos de una pila. M. Becquerel participa enteramente de esta opinion.

Los mas importantes trabajos que sobre esta cuestion se emprendieron, han sido lós que ejecutaron MM. Berthier y Gueymard (1), ingeniero de minas de Grenoble; este hábil hidrólogo analizando las aguas de los manantiales de esta localidad, sacó de su trabajo las siguientes conclusiones:

(1) *Annales des mines*, 3.ª série, 1834, t. VI. p. 205: 1835, t. VII p. 528. 1836 t. X p. 515.—*Annales de chimie et de physique*. 2.ª série, 1834, t. LV, p. 69.

1.° Las aguas cenagosas y fangosas no dejan tubérculos.

2.° Las aguas que contienen gr: 0,25 de sales ó mas en cada litro, dan una incrustacion caliza en los tubos.

3.° Las aguas que contienen menos de esta cantidad, producen tubérculos.

En las ciudades en que esta clase de aguas son las que surten las fuentes, se halla una diferencia sensible entre las que antes de servir para el consumo público, se recojen en depósitos espuestos al contacto del aire, y tambien entre aquellas en que el líquido corre directamente del canal que le conduce sin intermedio alguno. Las primeras están siempre menos cargadas de bicarbonato acídulo, y al cabo de algun tiempo se encuentran los depósitos tapizados de una capa mas ó menos gruesa de carbonato de cal, mientras que en el segundo caso se emplea el agua tal como existe en los canales que la conducen.

Por lo tanto, cuando haya necesidad de emplear las aguas de esta clase, convendrá siempre esponerlas por algun tiempo al aire libre, antes de dejarlas para el consumo público, y si es posible tenerlas en agitacion mas ó menos constante, facilitando así la pérdida de una parte de ácido carbónico se separará una gran porcion de carbonato cálcico, que tenia en disolucion.

Independientemente del carbonato acídulo y del sulfato de cal contenidos en las aguas de manantiales, tienen tambien á veces ciertas sales, que sin perjudicar precisamente á su salubridad, hacen que no tengan ese estado de pureza, que nunca se recomienda bastante en un líquido de primera necesidad para la alimentacion del hombre. En otro párrafo indicaremos los medios de reconocerlas y apreciarlas.

Añadiremos que en las aguas cargadas de sal acídula, el aire se halla con bastante frecuencia reemplazado por el gas ácido carbonico, que predomina, y que bajo este aspecto todavia han perdido una de las cualidades esenciales que caracterizan á las aguas eminentemente potables y salubres.

No necesitamos decir que su peso específico no guarda relacion con el del agua destilada aunque por la esperiencia no difiere tanto como deberia suponerse, atendiendo á que aquí todavia la presencia del ácido carbónico casi libre aumenta su volúmen y que la masa real del líquido comparada á la del agua destilada, se halla tambien que es menor realmente.

Segun lo que acabamos de decir acerca de las aguas de manantiales, deberemos deducir que á pesar de su aspecto mas agradable que las aguas de lluvia y de rio, pueden en realidad ser mucho menos salubres que estas últimas, y que por tener el mérito de su frescura, sobre todo en las estaciones calurosas en que las demas aguas espuestas al aire tienen una temperatura que disgusta, encubren materiales que las hacen pesadas: por último, que algunas de naturaleza selenitosa cuecen mal las legumbres, descomponen el jabon, ó pueden influir sobre la naturaleza de los alimentos para cuya preparacion sirven en razon de la abundancia mas ó menos considerable de sales térreas ú otras que introducen en ellos.

Todos los autores desde Hipócrates han recomendado para bebida un agua fresca en verano y caliente en invierno, y es constante que la temperatura de 10° á 12° centígrados es mas favorable para la salud. En algunos paises en que se usan sumamente frias como, por ejemplo, en Royat, las aguas de los manantiales que brotan de la montaña, se conducen á Clermont, y tienen cerca de 5° grados. Debe atribuirse segun el doctor M. Nivet á la frescura de estas aguas, el que la mayor parte de las mujeres de este

pais tengan paperas voluminosas en la garganta (1). Sin discutir aquí sobre esta cuestion que tantos autores han tratado, pretendiendo que prevalezcan sus distintas opiniones, creemos, no obstante que debe ser perjudicial esta baja temperatura, sobre todo en el verano, en que hay una gran diferencia entre ella y la que tiene el cuerpo.

Resumiendo en pocas palabras las propiedades características de las aguas potables, referiremos lo que dice á este proposito M. Michel Levy (2) en su escelente *Tratado de higiene*.

»El agua es potable cuando es clara, ligera, aireada, dulce, fresca en verano, tibia en invierno, inodora, de sabor fresco, vivo y agradable que no debe ser ni fastidioso, ni picante, ni salado, ni dulzaino, ni acerbo, ni sulfuroso: debe hervir sin enturbiarse y sin formar depósito: cocer las legumbres secas y las carnes sin endurecerlas, disolver el jabon sin formar grumos: por último no debe causar ningun peso ni alteracion en la digestion.»

De las aguas que no son habitualmente potables.

El origen comun á todos los líquidos que participan de la naturaleza del agua es siempre el agua de lluvia: todos ellos aun los mas compuestos acaban por perder evaporándolos, una gran parte del elemento acuoso que les constituye. Pero el agua que penetra la tierra se detiene algunas veces en las cavidades que encuentra á su paso donde permaneceria eternamente si la mano del hombre no hubiese encontrado el medio de estraerla; pero la que no se evapora y que pertenece á estos líquidos compuestos al filtrarse á través de las tierras no pierde siempre todas las materias estrañas que tenia en disolucion y al reunirse en los sitios en que su gravitacion natural la ha arrastrado, lleva una masa de líquido que por tener el aspecto del agua no posee ninguna de las cualidades que distinguen á la que sirve para beber ó que se emplea en la preparacion de los alimentos y diversos usos económicos Estas últimas están impregnadas de sustancias putrescibles tales como las aguas sucias, cenagosas, con frecuencia mezclas infectas de diversos líquidos de naturaleza mas ó menos complicada y que no siempre van á perderse á los rios donde despues de haber depositado en forma de limo grosero las materias que arrastran, acaban por mezclar el agua que se separa con la que corre. En este último caso pierden insensiblemente en masas voluminosas y siempre en movimiento ó por la fermentacion intestina que las desnaturaliza, las malas cualidades que habian conservado: en caso contrario obedeciendo á su peso y abriéndose paso, á través de un terreno, van á precipitarse en las cavidades naturales ó las forman ellas mismas en los sitios en que el terreno esponjoso cede para ofrecerlas una retirada y si despues encuentran algun obstáculo para seguir filtrándose se acumulan, y en razon de la complicacion y de la multitud de sus principios constituyentes, producen por mas ó menos tiempo focos de corrupcion, cuyos deplorables efectos son temibles.

Basta esta ojeada para reconocer que aqui debemos ocuparnos de las aguas de pozos, de las dormidas y de las insalubres.

Aguas de pozos.

Cuando el hombre se encuentra colocado á la inmediacion de las monta-

(1) Nivet. *Note sur le goitre estival epidemique et variqueux* Clermont, 1852 foll. en 8.°.
(2) Michel Levy. *Traité de hygiene publique et privée*. 2.ª edic. Paris, 1850. t. II, p. 165.

ñas y lejos de los grandes rios, no teniendo en un terreno seco y que carece de manantiales, otro líquido mas que el de las tempestades y las lluvias raras algunas veces en la posicion topográfica que ocupa, ha tenido la dicha para estinguir su sed y satisfacer sus demás necesidades de encontrar cavando la tierra hasta cierta profundidad, manantiales que atraviesan el terreno y llegan á puntos menos elevados que los parages en que ha establecido su domicilio. Deteniendo momentáneamente el curso de estos manantiales y fabricándoles un depósito para recojer las aguas, ha podido tener pozos en los que al menos encuentra un fecundo recurso: algunas veces tambien sin trabajos tan considerables encuentra bajo su mano especies de pozos naturales en que el agua está mas ó menos acumulada.

El agua de los pozos segun la profundidad á que están cavados, presenta importantes variaciones que determinar y puede diferir sensiblemente en su naturaleza A profundidades considerables proviene manifiestamente de manantiales vivos y la riqueza de estos depósitos fabricados artificialmente, consiste en la abundancia con que afluye esta agua para elevarse á cierta altura, poniéndose al nivel de su punto de partida. Pero encontrándose retenidas acaban las aguas por aparecer á través de la fábrica que las retiene y se escapan al menos en parte obedeciendo á su pendiente natural. Esta pérdida se verifica en una proporcion análoga á la de su contínuo aflujo y por el movimiento que se produce, conservan en esta estacion momentanea las cualidades propias de los manantiales que las han producido.

A profundidades menos considerables y sobre todo á la proximidad del terreno, el agua de los pozos no presenta siempre los mismos caracteres y no es con frecuencia mas que un conjunto de las aguas que el terreno ha absorvido. Independientemente de las variaciones que esperimentan en las cantidades que siguen todas las intermitencias de las estaciones secas ó lluviosas, como no son mas que el producto de la filtracion de las tierras, están cargadas de materias vegetales y animales que han podido disolver en su trayecto y son entonces susceptibles de una especie de fermentacion que favorece el origen y desarrollo de plantas acuáticas y otras cuyos gérmenes hayan arrastrado con ellas, quedan estacionarias en las cavidades en que se colocan y por esta razon pueden corromperse y dejar de servir para los usos á que el hombre quiera destinarlas. Distinguiremos pues los pozos de agua viva y corriente y los de agua estacionaria.

En cuanto al agua de los pozos artesianos, diremos que la de algunos es muy buena para los usos económicos como sucede con la de los de Grenelle que presta tantos servicios á la mitad de la ciudad de París cuyas fuentes alimenta. Estas aguas de pozos horadados son generalmente mucho mas ricas en ácido carbónico que las demás: en efecto el aire encerrado en la tierra contiene cantidades mas considerables de este gas que la atmósfera (Boussingault, Lewy) y el agua de lluvias al filtrarse en la tierra se carga de una gran proporcion de este gas, despues, á grandes profundidades la accion disolvente de esta agua gaseosa auxiliada por la alta temperatura de estas profundas regiones aumenta, y el agua se hace cada vez mas mineralizada. Asi en la mayor parte de los casos no debe desearse que el agua de un pozo horadado venga de una gran profundidad porque entonces está mas cargada de productos salinos (Peligot) (1). Citaremos con este motivo un pozo artesiano de Kisingen, en Baviera, en que el agua llega desde la profundidad de 630 metros muy cargada de cloruro de sódio y con una temperatura de 19° centígr.

(1) *Comptes resides de l' Academ. de sciences*, 1857, t. XLIV, p. 195.

Aguas de pozos, vivas y corrientes.

En los pozos alimentados por manantiales cuyo aflujo se renueva continuamente porque despues de elevarse á cierta altura, se escapan las aguas para colocarse en situacion mas baja, se concibe que deben participar de la naturaleza de las del manantial y estar tambien impregnadas de distintas sales. Pero en razon de la profundidad de estos pozos y de los caminos subterráneos que abren las aguas, pueden retener mayor cantidad de sales, sobre todo de las que son mas solubles como los cloruros de calcio y de magnesio. Efectivamente, por esta razon tales aguas ofrecen menos ventajas para los usos de la vida y tambien pueden ser impropias ó poco favorables para otros, como para cocer las legumbres ó lavar la ropa: pero son mucho menos salubres en razon de su gran crudeza, la cual adquieren ya por la presencia del sulfato de cal, ya por la del carbonato de la misma base ó al menos estas son las materias que en ellas dominan. Las primeras se llaman *selenitosas*, las segundas *carbonatadas calizas*. Casi todos los pozos de París pertenecen á la primera clase.

Se ha observado que en los pozos de nueva construccion hechos con piedras calizas, se hallaba cargada el agua de algunos principios que disolvia de la fábrica; por lo tanto conviene construirlos con piedras silíceas á las que con dificultad ataca el agua en tales condiciones, y sobre todo no emplear en su construccion mortero ni cimentos cuya cal cáustica puede disolverse (1). En estas profundas cavidades se encuentra el agua á baja temperatura y tiene el defecto de no estar bastante saturada de aire por lo cual es pesada y poco favorable para la digestion. Es pues importante dejar en lo posible los pozos descubiertos para que el aire permanezca en ellos y se disuelva con mayor facilidad. En las localidades en que no existen pozos hay necesidad de emplear el agua para todos los usos siendo prudente esponerla al aire antes de usarla para bebida. Asi siempre que pueda hacerse (y este método se ha empleado con buen éxito en los establecimientos que por su situacion no pueden disponer mas que de agua de pozos) se elevará el agua por medio de bombas y de máquinas á la superficie del terreno y se recojerá en depósitos de gran estension espuestos á una corriente rápida de aire, ó bien se la pondrá en continua agitacion para restituirla una parte del aire que haya perdido en su ascension. Estos movimientos por lo demás sirven para despojarla de una parte de sus sales menos solubles, y para privarla de las otras se necesitan trabajos bastante complicados y con frecuencia impracticables; pero á menos que estas sales no se encuentren en proporciones muy considerables para que puedan colocarse fuera de la clase de aguas salubres, su accion sobre la economia animal y los efectos que producen en los usos domésticos son bastante limitados para que haya necesidad de cerciorarse de ello y de creer que solo pueden influir de un modo leve sobre los resultados que pueden esperarse de su uso. Nunca recomendaremos bastante el que estos pozos se tengan resguardados de todo lo que es capaz de corromper el agua que contienen é inmediatamente que se haya descubierto por el sabor y el olor del líquido que su uso seria peligroso, convendrá recurrir á su limpieza, operacion que debe conducirse con cuidado porque ofrece ciertos peligros en razon de la naturaleza de los gases de que suele estar cargada el agua y que se desprenden por la agitacion. Habrá por lo tanto que examinar si estos gases son deletéreos ó no y en el primer caso recurrir antes de la operacion á los

(1) Girardin. *Lecons de chimie*. 3.ª edic. 1846 I. p. 369.

medios químicos propios para neutralizarlas ó que puedan destruir su funesta influencia. En los pozos de agua selenitosa, las materias orgánicas que obran sobre el sulfato calizo dan origen á sulfuros y á un desprendimiento de gas sulfídrico deletéreo cuando se introduce en las vias respiratorias. Además se encuentra tambien en ellos ácido carbónico é hidrógenos carbonados debidos á la descomposicion de las mismas materias orgánicas. (1) Al fin de este capítulo daremos datos mas completos sobre los métodos que hay que seguir para que sean potables y salubres ciertas aguas que no lo son.

De los pozos de agua estancada.

No siempre es necesario ahondar profundamente el terreno para procurarse agua: en las localidades en que la capa de tierra vegetal está sobre tierras facilmente permeables situadas tambien sobre un fondo arcilloso, podremos estár seguros cavando á corta profundidad, sobre todo en una estacion á que no haya precedido una larga sequia, de ver llegar el agua á las cavidades que se hayan practicado y con frecuencia se reune con bastante abundancia para que haya que suspender la construccion del pozo. Pero no ofrece ventaja detenerse en este momento porque bien pronto nos desengañariamos del resultado ó por la desecacion que sucede al cabo de algunos momentos de sequia ó por la manera con que se conduce el líquido reunido.

La situacion topográfica por sí sola puede indicar la mala cualidad del agua obtenida. Si, como hemos dicho, el suelo es arcilloso á cierta profundidad, si hay en las inmediaciones mas elevadas tierras movibles y cultivadas, las aguas aunque sean de origen muy puro, puesto que provienen de las lluvias, se convierten por decirlo así, en lejias cargadas de materias solubles vegetales y animales recojidas en las tierras y aprovechan la primera salida que se les presenta para afluir á este punto y reunirse. Algunas tierras casi secas en la superficie se encuentran á pocos pies de profundidad llenas de humedad, dejan entonces en el agua todo lo que tienen de soluble y abandonan á su vez todo el líquido en que han esperimentado esta especie de maceracion prolongada. Asi se ve que estas especies de pozos siguiendo todas las alternativas de sequia y abundancia se llenan ó se vacian irregularmente y no dan con frecuencia mas que una agua turbia con olor y sabor. Algunas veces tambien y despues que ha habido sequia, se cubren estas aguas en su superficie de vegetacion, cuando casi siempre arrastran consigo en su curso tierras desleidas que llenan el fondo sobre el cual se apoyan con un cieno mas ó menos espeso que produce y mantiene la corrupcion.

Bastan estos datos para reconocer que tales aguas están bien lejos de tener las cualidades necesarias para ser potables, á lo mas pueden emplearse en algunos usos económicos y aun en este caso solo cuando la distancia de los manantiales y de los rios y la imposibilidad de construir pozos de la primera clase, pongan en la absoluta necesidad de emplearlas. Las consideraremos pues como aguas insalubres.

(1) Nunca se llamará bastante la atencion sobre cuestion tan importante bajo el punto de vista higiénico de la limpia de los pozos y de las cloacas; en efecto, es sabido que cada año esta peligrosa operacion cuesta la vida á mas de uno de estos arrojados trabajadores que por incuria ó negligencia no toman todas las precauciones que fuera de desear.

Recomendamos á nuestros lectores una memoria muy interesante sobre este objeto, en la cual un jóven químico distinguido, M. P. Doré, ha indicado clara y brillantemente las causas de asfixia á que estan espuestos los poceros, los medios de reconocer su naturaleza y destruirlas, y por último los socorros que deben darse á los asfixiados en estas circunstancias. P. Doré. *Instruction á l' usage des ouvriers puisatiers*. Paris. 1857. foll. en 18°.

La mayor parte de las aguas compuestas, comprendiendo bajo esta denominacion las aguas de lluvia y las demás cargadas de materias vegetales y animales y que no estan decididamente corrompidas, son sin embargo susceptibles de esperimentar una especie de fermentacion sorda que no permite emplearlas en los usos ordinarios de la vida: todas estas aguas, diremos, si encuentran en la superficie del terreno cierta pendiente necesaria para poder correr se ponen en movimiento y acaban por desembarazarse de todas las materias estrañas ya depositándolas en su trayecto, ya por la descomposicion que se verifica reduciéndolas á su elemento ordinario, porque á escepcion de algunas sales fijas, al fin vienen á asemejarse á las que sin ser mas salubres, se usan sin embargo diariamente. Pero generalmente las aguas de que nos ocupamos están retenidas en espacios determinados y privadas de todo curso; no pueden por lo tanto emplearse como bebida á no ser en los casos de necesidad mas urgentes, porque es menester atenerse á sus malos efectos cuando hay que usar de ellas. Las epizootias que asolan con frecuencia nuestros campos en los paises llanos y que carecen de manantiales y de rios, son producidas sin duda alguna por el uso que hay que hacer de ellas: á estas aguas corresponden las de algunos pantanos colocados poco favorablemente, las de los pozos de la segunna especie y el conjunto de aguas que despues de lluvias considerables se encuentran reunidas en cavidades en que permanecen con frecuencia por mucho tiempo antes de haberse empapado en el terreno ó de separarse por la evaporacion natural. Estas aguas no deben precisamente su insalubridad á la naturaleza y abundancia de las sales que contienen porque ordinariamente apenas están saturadas de ellas, tampoco lo deben á la falta de aire pues que generalmente están saturadas de él sino á la abundancia de materias vegetales azoadas que encubren y cuyos elementos conservan tanto mas cuanto mayor sea el tiempo que estén en ellas, como se observa en las aguas de los pantanos de la Gironda y en las del subsuelo de las Landas tan ricas en materias de naturaleza albuminosa (Fauré).

A la naturaleza del terreno se debe sobre todo esa reunion considerable de aguas que se ven en ciertas localidades y cuya presencia repetiremos que es tan funesta para producir muchas afecciones epidémicas, fiebres paludianas, disenterias, colerinas etc. á que deben referirse los terribles estragos ocasionados en estos parages. Por medio del *desagüe* bien ejecutado de que acabamos de hablar, puede cambiarse completamente la climatologia de una region: así ejecutando esta operacion en terrenos que son húmedos no solo en su superficie sino tambien en las capas profundas del suelo se pueden hacer menos abundantes las nieblas. Segun Cuthbert Johnson han disminuido $\frac{9}{10}$ en el Lincolnshire, en Kelso en Escocia y despues del establecimiento de los desagües, la fiebre y la hidropesia son mucho menos frecuentes (Barré de Saint-Venant) (1). Estas aguas no solo son una causa de insalubridad para la salud pública, sino tambien hacen resentirse de un modo desastroso la agricultura, y en los años de humedad en que las lluvias han sido abundantes generalmente disminuye la recoleccion á consecuencia de este inconveniente. Solo para el cultivo del arroz es indispensable esta masa de agua estancada y todos saben la influencia funesta de los arrozales sobre la salud de las poblaciones en que se recoje esta cereal. En Europa apenas se hace en grande este cultivo, mas que en España y en Cer-

(1) *Du drainage des terres.—Annales des chemins vicinaux*, 1851.

deña: asi para disminuir los riesgos de insalubridad que con frecuencia se deben á ella, el gobierno piamontés hace muchos años que ha decidido que los arrozales debian estár separados de los centros de poblacion y á las distancias siguientes: á 14 quilómetros de las cabezas de distrito de la administracion, á 9 quilómetros de las plazas de guerra y de las ciudades de importancia secundaria, y á 1 quilómetro de las aldeas. En la mayor parte de los casos el agua estancada es perjudicial á los intereses del cultivador, y con objeto de poner remedio á ello se ha recurrido al desagüe, cuya primera idea, debida á nuestros vecinos del otro lado del canal de la Mancha, se ha aprovechado hace mucho tiempo por ellos mismos y en Bélgica, empieza á esparcirse en Francia sobre todo en los departamentos ricos en que se cultiva la tierra en gran escala.

Esta cuestion es de importancia en la actualidad para que no nos detengamos acerca de ella algunos momentos.

Del desague, sus apliaciones á la agricultura y para la provision de las grandes ciudades.

El desagüe (*drainage*), cuyo nombre se deriva del inglés *draining*, es, como tados saben, el arte de enjugar y desecar los terrenos húmedos, dando á las aguas que contienen un curso conveniente. El medio mas generalmente adoptado para conseguirlo consiste en hacer en el terreno que se quiera desaguar, anchas sangrías paralelas bastante numerosas y profundas, para que salgan las aguas en cantidad suficiente. En la parte inferior de estas sangrías, se colocan canalitos de barro cocido vidriados por su interior, y cuyo diámetro varia de met. 0,02 á 0,035. Hay algunos que tienen 0,06 á 0,12. A estos tubos se dá el nombre de *drains*.

Los que mas generalmente se emplean tienen las siguientes dimensiones: longitud met. 0,30: latitud 0,35; grueso 0,01. Se colocan estremo con estremo, y con una inclinacion tal, que el agua que se reune en la sangría encuentra por estas aberturas una salida fácil, y puede verterse en un depósito ó cisterna dispuesta al efecto y destinada á acumular el agua que quiere conservarse en seguida para el uso higiénico, ya en un fondo que la conduzca á un pozo, en el cual sea absorvida, ya á un rio que se la lleve. Segun la naturaleza del terreno, se varia la disposicion de estos conductos: unas veces se colocan á corta distancia unos de otros, y existen casi en la superficie del suelo: otras veces están separados y á una profundidad mas considerable. Es claro que por una parte el espesor de la capa arable y por otra la mayor ó menor permeabilidad que presentan las capas profundas, deben guiar en estas disposiciones al agricultor ó al ingeniero encargado de semejante operacion.

En Francia emplean generalmente tubos como los que hemos descrito; pero en Inglaterra se usan tambien tejas semicilindricas, colocándolas cada una sobre otra plana, de modo que figuren una especie de canal medio abovedado, y se ajustan una con otra como se hace con los *drains*: por ultimo, sea cualquiera el método de desagüe seguido con tubos ó con tejas, cuando se ha terminado de colocarlos, se cubren las sangrías con tierra y el sistema queda dispuesto así para poder funcionar.

Segun estas consideraciones, es fácil ver todas las ventajas que pueden esperarse de semejante método bajo el punto de vista de la agricultura y de la salubridad pública.

No insistiremos mucho mas sobre la primera de estas cuestiones que se refiere tan íntimamente á la economía política de este pais; sin embargo,

diremos que pueden resumirse del modo siguiente los beneficios que produce el desagüe para el cultivo de las tierras.

1.° Siendo el terreno mas movible circula el aire por él con mucha mas facilidad.

2.° Por la misma razon el calor solar ejerce su influencia saludable de un modo mas completo.

3.° Por último, la profundidad de la capa de tierra cultivable, se halla aumentada por el hecho mismo de que se hace bajar en lo posible el nivel de la masa líquida que baña ó satura de humedad el terreno que se quiere sanear.

Daremos algunos detalles mas acerca de la cuestion de salubridad é higiene, lo cual corresponde mas al espíritu que ha presidido á la redaccion de este libro. En primer lugar, diremos que el desagüe para algunas regiones y tambien para ciertas ciudades en que el agua es rara y poco abundante es una verdadera riqueza. Evidentemente los desagües no producen agua en todo el año, y si lo verifican abundantemente en ciertos meses, hay otros durante los cuales es poco considerable la cantidad de agua que corre, y aun algunas veces completamente nula. Pero si se ha tenido la precaucion de hacer llegar el agua, como se practica en algunas ciudades de Inglaterra y Escocia á grandes depósitos, en los cuales se depura, podremos tener tambien una reunion de agua muy útil para todas las necesidades económicas.

El agua que proviene de los *drains* no tiene una composicion idéntica: los principios de que está cargada varian en naturaleza y en proporcion por el hecho mismo de la naturaleza de los terrenos que atraviesa. Despues de las grandes lluvias es con frecuencia cenagosa y turbia, y cuando circula por terrenos calizos ricos de sales de cal y de magnesia, es dura ó cruda, selenitosa, pesada al estómago y de una digestion difícil; por el contrario, si atraviesa una capa arenosa, sale pura, fresca y clara. Con bastante facilidad se consigue darla estas buenas cualidades, depurándola por medios sencillos en su ejecucion, y útiles por el resultado á que conducen.

Un medio hay puesto en uso que consiste en establecer delante de los terrenos una esplanada de arena, de cierta inclinacion, y que funcionando como un verdadero filtro retiene mecánicamente las materias estrañas que suspendidas en el agua alteran su trasparencia. Además disponiendo en el interior de la capa diques de tierra convenientemente espaciados, puede acumularse el agua en ciertas partes de esta capa arenosa y aumentar ó moderar segun se necesite la corriente del agua recogida.

Cuando las aguas estan cargadas de sales calizas en disolucion que no enturbian su claridad, pero que las hacen indigestas, ya hemos indicado un medio de remediarlo; mas adelante señalaremos otros al tratar de la purificacion y depuracion de las aguas potables.

Aunque á la larga haya necesidad de emplear aguas calizas por indigestas ó pesadas que sean, parece, repetimos, mucho mas ventajoso bajo el punto de vista higiénico, surtir de otras á las poblaciones cuando esto sea posible.

Pero no solo son perjudiciales estas aguas bajo tal punto de vista, sino que hay otra multitud de industrias en que es perjudicial su aplicacion, obligando á una pérdida real de materia. Así resulta de las esperiencias emprendidas primero por M. Ward (1); y despues por MM. Boutron y F. Boudet

(1) F. O. Ward. *Moyen de creér des sources artificielles d'eau pure pour Bruxelles et pour les autres grandes villes par le procedé anglais.* Bruxelles, 1853, foll. grande en 8 p. 19 y siguientes.

(1) al admitir para la ciudad de Paris, poblacion de 1,000,000 de habitantes, y un consumo por término medio de 5 á 6 francos de jabon por cada individuo en cada año, hallando, segun dicen los autores que acabamos de citar, que la cantidad en jabon neutralizado y perdido en solo un año en Paris por las sales en disolucion en las aguas del Sena y del Ourcq puede pasar del valor de 2.000,000 de francos.»

No solamente son desvetajosas para el blanqueo las aguas crudas, sino que tambien poco convenientes para muchos usos industriales y domésticos. Así en la preparacion del té y del café de que en el dia se hace tan gran consumo, se produce un tanato de cal que arrastra una parte de la teina ó de la cafeina, y por consiguiente la infusion está menos cargada de lo que debia de estar. Por un razonamiento semejante deberán proscribirse en la preparacion de la cerveza las aguas calizas que precipitan una parte del principio activo del lúpulo: perjudican tambien en el tratamiento por decocion ó maceracion de los leños de tintes, en la preparacion de un gran número de productos farmacéuticos, para amasar el pan, y para preparar las pieles de cabrito para los guantes (Valet de Artois).

El método de desagüe con un filtro arenoso en la parte anterior, permite recoger en ciertas localidades cantidad de agua suficiente para surtir á toda una ciudad; como ejemplo de ello citaremos el de Farnham, cuyo terreno es muy arenoso, y que se surte por el agua que produce una hectárea de terreno desaguado, y cuya estension basta para recoger el agua de una superficie doble ó triple, y sirve para las necesidades de una poblacion de 1,300 personas.

En gran número de ciudades de Inglaterra y Escocia se utilizan las aguas de estos desagües para todas las necesidades domésticas de la ciudad. Cuando el pais es montañoso pueden desaguarse las aguas de lluvia en el sitio en que caen, ó la de manantial á la inmediacion de este, conduciéndolas entonces á la ciudad por medio de tubos, diques y depósitos, y conservando siempre una inclinacion suficiente para que pueda correr el líquido. Si la pendiente es natural, corren las aguas naturalmente por la accion de la gravedad. Esto es lo que se practica en Glascow, donde se utiliza el agua de la montaña: en caso contrario, hay precision de emplear fuerzas motrices para elevar el agua y conducirla á los depósitos en que se conserva, y desde los cuales se dirige á las casas particulares y sitios públicos.

Asi se practica en Rugby, pequeña ciudad inglesa de 8,000 almas, en que se ha establecido perfectamente el servicio sanitario y en que las aguas que se toman por el desagüe del terreno inferior son catorce veces mas pura que las mejores que hay en aquellas inmediaciones.

Los conductos son generalmente de hierro ó de grés cubierto por su interior con un barniz particular, y algunas veces tambien de vidrio muy resistente, segun aconsejan MM. Vicat y Gueimard; en todo caso es útil que estén en lo posible resguardados del hielo que podria romperlos cuando se solidificase el agua.

En cuanto á los depósitos están generalmente en número de tres ó cuatro, y, como las cisternas, deben estar cubiertos y resguardados de las inmundicias y demas materias estrañas. En Glascow en que hay tres depósitos que pueden contener hasta 4,500,000 metros cúbicos de agua, se verifica la depuracion por el reposo en los dos primeros receptáculos, y en seguida atraviesa el agua por filtros de arena y de morrillo, en los que termina la filtracion la obra que ha empezado el reposo. En Manchester se emplean tam-

(1) Boutron y F. Boudet. *Recherches sur les eaux potables. Bulletin de l' Academie de medecine* 1855, 54, t. XIX p. 607.

bien, las aguas procedentes del desague y los depósitos son todavía mas considerables, puesto que pueden contener hasta 180.000,000 metros cúbicos de agua.

De los riegos

El agua que desempeña un papel tan importante en la agricultura, puede ser un obstáculo para su buen resultado, cuando está en gran abundancia; pero por el contrario, si los terrenos son pobres de ella, se desecan rápidamente, y se presenta otro escollo que es menester combatir. Acabamos de ver como por medio del desague se ha remediado el primero de estos inconvenientes; es justo, por lo tanto, consagrar algunas líneas al estudio de los procedimientos puestos en práctica para remediar lo segundo.

Queremos hablar de los riegos ó irrigaciones practicados en gran escala, y cuyos felices resultados sancionados en el dia por una larga esperiencia, han hecho decir á un agrónomo de gran mérito: «en diez años las aguas transforman en prados productivos la arena mas infecunda» (Thaer).

Sin entrar en detalles agronómicos que saldrian fuera del cuadro que hemos trazado, diremos que aquí tambien puede prestar útiles servicios la análisis química, porque no debemos disimular que todas las aguas no son igualmente favorables para este género de operacion, puesto que las sales variadas que tienen en disolucion desempeñan un gran papel en la eleccion de los vejetales que deberán sembrarse en tales ó cuales terrenos.

Por ejemplo, las aguas que se originan en los terrenos primitivos, como son muy ricas en álcalis, son tambien muy favorables para las gramineas.

Por el contrario, las que salen de los terrenos calizos son buenas para las leguminosas, y sobre todo tienen mas accion en los mismos manantiales ó en sus cercanías, porque poco á poco se debilitan como ya hemos dicho, abandonando el ácido carbónico que mantiene el carbonato calizo en disolucion.

Las aguas que salen del grés rojo de los Vosgos son por su accion sobre los feldspatos ó sus elementos muy ricas en alúmina y en potasa, y dan tambien buenos resultados, como lo prueban las praderas de los Vosgos.

El profesor M. Graham que ha observado que las confervas verdes crecian con rapidez en los depósitos de Lóndres, cuyas aguas subterráneas contienen una proporcion notable de fosfatos de hierro y de cal, ha preguntado si estas aguas deben su accion enérgica para la fecundacion al ácido fosfórico, y si podrian tambien ser favorables para los riegos.

La claridad de estas aguas nada indica absolutamente con respecto á la cuestion del riego, y no hay ninguna relacion entre la potabilidad de una agua y sus virtudes bajo el punto de vista del cultivo: diremos únicamente, que las aguas muy puras, como son las que salen de los terrenos arcillo-silíceos, tienen por sí solas poca accion fecundante, y que no dán orígen mas que á vejetales de poco valor, á un corto número de gramineas, y con mas frecuencia á ciperáceas y alismáceas (carex, juncos, etc.). En general estas aguas no serán buenas mas que por los principios que hayan tomado de los abonos echados sobre las tierras y que hayan arrastrado consigo.

En cuanto á las aguas cargadas de principios astringentes, tales como la de un gran número de pantanos rodeados de encinas, de nogales, de castaños, de brezos y de otros vejetales ricos en materias taníferas, son por lo general muy perjudiciales.

Pero si todas las aguas no son igualmente buenas, hay medios de corregir las que no presentan todas las garantías que se desean. Asi en ciertos paises en que están muy cargadas de limo ó de carbonatos térreos en gran esceso, se reunen en depósitos dispuestos al efecto, y con frecuencia en estos depósitos se ponen abonos ó restos de algunos vejetales, pinabetes, aliagas, helechos, álamos, etc. El agua les arrebata entonces los principios activos que despues va á depositar en el seno de la tierra que quiera hacerse mas productiva. Mas arriba hemos dicho que algunos vejetales son perjudiciales, y por lo tanto no deberan someterse á esta especie de maceracion. Cuando una agua ha servido para varios riegos ha perdido gran parte de su accion; pero al volver á entrar en su lecho, si es agua coriente, la mezcla que esperimentará entonces con sus afluentes, le devuelve sus nuevas propiedades.

Por último para terminar esta rápida ojeada sobre el riego de las plantas cultivadas, diremos con M. Puvis: «Que la irrigacion ó el agua esparcida sobre la superficie de la tierra produce vapores en la atmósfera por la evaporacion que se ocasiona, y esta agua que cae sobre las plantas en forma de rocio ó de vapor imperceptible es el vehículo necesario de los principios atmosféricos que absorven las hojas. Este es un beneficio del riego que generalmente no se tiene en cuenta; pero que nos autoriza para decir que el agua de la atmósfera es casi tan útil para la vegetacion como la del terreno.»

De las aguas insalubres y sanidad de las grandes ciudades.

Todas las aguas de que se ha tratado anteriormente pueden haber contraido cualidades que no permiten que se empleen en todos los usos. Las circunstancias apropósito para que esperimenten alteraciones perjudiciales en la economia animal como bebida ó como auxiliares para ciertos usos económicos pueden ser numerosas y conviene indicar sobre todo las que obligan á hacer de ellas un sacrificio absoluto cuando nada puede esperarse de bueno y hay que temerlo todo de su uso. Asi las aguas de manantiales, de rios y de pozos que por su inmediacion á los comunes y á las cloacas hayan adquirido un olor repugnante ó que por las infiltraciones evidentes tengan propiedades funestas deben enteramente abandonarse. En efecto, con mucha frecuencia sus descomposiciones lentas dan origen á un gran número de afecciones que se hacen endémicas y que dan que sentir á mas de un pais. A que otra causa pueden atribuirse sino las epidemias de disenterias, diarreas, fiebres intermitentes que asolan tantas localidades? ¿de qué provienen esas caquexias sordas que destruyen á los habitantes de las desgraciadas regiones todavia cubiertas en nuestros dias de llanuras pantanosas y por consiguiente espuestas á tantas emanaciones perjudiciales? Estas aguas pues no pueden emplearse bajo el punto de vista higiénico y aunque la análisis no llegue á demostrar en ellas la presencia de sustancias manifiestamente deletéreas, deben sin embargo rechazarse no solo para bebida usual, sino tambien para la preparacion de los alimentos y para los usos económicos que tengan alguna relacion con las necesidades de la vida.

«Las aguas del sub-suelo de las Landas, dice M. Fauré (1) están casi enteramente privadas de sales minerales: tienen un color amarillo pardo mas ó menos intenso y contienen una gran cantidad de materias orgánicas procedentes ya de su permanencia sobre el terreno ya de la descomposi-

(1) Fauré, *loc. cit.* p. 169.

cion de los vegetales que están sobre este suelo permeable; asi es que levan consigo el germen de un gran número de enfermedades mortales con recuencia y que los calores del verano desarrollan entre las poblaciones que se ven obligadas á beber de ellas á falta de otras.»

Otro tanto diremos de las que llegan puras á depósitos infectados anteriormente y susceptibles de comunicarlas al fin un mal sabor y propiedades nocivas. La desinfeccion de las localidades es indispensable, necesaria y si fuese impracticable, los depósitos, los pozos y las cisternas deberian estar llenos para no utilizarlos.

Así, toda clase de agua impregnada fuertemente de un olor animal, de un sabor mas ó menos nauseabundo, no puede en ningun caso usarse á no ser en algunas preparaciones útiles para las artes, siempre, sin embargo que se haya probado que no obra desfavorablemente sobre los resultados que se buscan.

Lo que acabamos de establecer basta sin duda para comprender cuan importante es alejar de las habitaciones esos líquidos infectos y desagradables, resultados monstruosos de la reunion de todas las aguas corrompidas, de las orinas de los animales y de los líquidos en putrefaccion procedentes de operaciones complicadas con sustancias animales, y que hallándose confundidos en cloacas exhalan emanaciones tan peligrosas. Tambien se infiere de lo que acabamos de indicar que será preciso siempre tener mucho cuidado sobre estos manantiales de corrupcion siempre activos y facilitar en lo posible su corriente ó su pronta diseminacion. A la inmediacion de las grandes ciudades seria muy ventajoso que hubiese caidas de agua para diluir estas materias y arrastrarlas prontamente á las cloacas que sirven para trasportarlas á los rios.

Con este objeto se ha propuesto tnmbien el desagüe para la limpieza de las habitaciones; de modo que no solo se ha puesto en práctica este método para surtir de agua á algunas grandes ciudades, sino tambien para su sanidad, sacando igualmente por medio de verdaderos *drains* las aguas empleadas en los usos domésticos y aun las de inmundicias y conduciéndolas á cloacas dispuestas para recibirlas. La cuestion de sanidad de Paris que hace algunos años llama con particularidad la atencion del gobierno ha hecho que aparezcan varias memorias de gran interés y en las cuales se ha estudiado con especialidad todo cuanto se refiere á la limpieza de las casas y de las calles. En 1832 se publicó un informe dado por M. Sari (1) en nombre de una comision con objeto de decidir la cuestion de la distribucion de las aguas en París y principalmente en el XII departamento. Muchos ingenieros de puentes y calzadas han tratado tambien esta cuestion y uno de ellos M. Mille, hizo un largo viage en Inglaterra á fin de esplorar las mejoras que ya han esperimentado en muchas ciudades de la gran Bretaña. No podemos dar aquí tantos detalles como quisiéramos sobre esta cuestion que tiene para todos tanto interés y nos vemos obligados á remitir á nuestros lectores que deseen profundizarle, al interesantísimo trabajo de M. Mille (2) y al resúmen muy exacto que ha hecho M. F. Boudet (3) en el *Journal de pharmacie et de chimie*.

(1) *Publication de la commision centrale des propietaires et habitants du XII arrondirement, memoire* núm. 4. Paris, 1832. foll. en 8.°

(2) Mille. *Memoires sur l' assainissement des villes en Angleterre.—Extrait des Annales des ponts et chasuées.* Paris 1835. foli en 8.°

(3) F. Boudet. *Rapport sur les memoires publiés par MM. les ingenienrs Mille et Belgrand et par le prefet de la Seine, relativement á la distribution des eaux dans la ville de Paris et son assainissement (Journ de pharm. et de chim.*, tercera serie, 1835, t. XXVIII, p. 241.

M. Belgrand ha contribuido tambien en esta circunstancia con sus conocimientos y por último el baron M. Haussmann actualmente prefecto del Sena, ha resumido en un informe muy ilustrado lo que debia hacerse para dar á Paris las condiciones posibles de salubridad.

Para llegar á la solucion de este gran problema, uno de los puntos capitales consiste sobre todo en proveerle de aguas, puesto que desde hace mucho tiempo se conoce que son insuficientes. En el año 360, el emperador Juliano mandó construir el acueducto de Arcueil para conducir á su palacio de las termas el agua de los manantiales de Rungis. En 1220, Felipe Augusto hizo conducir á París por los acueductos de Belleville y de Saint-Gervais las aguas de Belleville, de Romainville y de Menilmontant, y en 1610 un poco antes de su muerte, habia tenido Enrique IV el proyecto de restablecer el acueducto de Arcueil, pero hasta 1624 no ejecutó este proyecto su viuda Maria de Medicis. Por último en 1802 el emperador Napoleon, entonces primer consul decretó de utilidad pública la derivacion del canal del Ourcq. (1) En 1844, el conde M. de Rambuteau prefecto entonces de nuestro departamento encargó á uno de nosotros en union de otro de los miembros mas competentes del consejo general del Sena, M. Boutron-Charlard que examinase la naturaleza de todas las aguas que surten á París. (2) Este considerable trabajo del cual hemos tomado algunos documentos (p. 383) se terminó en 1847 y al año siguiente fué premiado por el instituto de Francia: referiremos sucintamente sus conclusiones.

»El agua del Sena tomada mas arriba de París antes de la confluencia del Marne, es despues del agua del pozo artesiano de Grenelle, cuyo uso está limitado hasta ahora á un cuartel, la mas pura de todas las que hemos examinado y son objeto de esta memoria y no parece haber esperimentado cambio notable en su composicion.

»Antes de entrar en París, el agua del Sena está mezclada con la del Marne y á medida que atraviesa esta gran ciudad recibe el agua fangosa del Bievre, la que procede de las esclusas del canal de San Martin, las aguas de los pilones de las fuentes, las de usos domésticos vertidas por numerosas alcantarillas, y por último las que son resultado de una multitud de industrias.

»El agua del Sena que en el puente de Nuestra Señora es ya mas impura que en la parte alta de Paris, lo es todavia mas en las bombas de Chaillot y Gros-Caillou.

»Si, como todo induce á creerlo, la poblacion de Paris tiende cada dia á aumentarse, si la navegacion del canal de Saint-Martin se hace mas activa, si la administracion no hace construir sobre los ribazos de ambos lados del Sena grandes desagües laterales de que antes hemos hablado: si por último se aumenta el volúmen de las aguas del Bievre por medio de sondas que como las que acaban de practicarse sobre el territorio de Hay, no den mas que aguas muy selenitosas y de mala calidad, es de temer que la impuridad del agua del Sena vaya cada dia en aumento. Pero tal como en el dia llega esta agua á las fuentes públicas, debe considerarse como una de las mejores y mas saludables que se conocen.

Aunque el agua de Arecueil contiene mas sales calizas y deja un resíduo mas considerable que el agua del Sena, su sabor decidido y agradable, su perfecta claridad, su temperatura constante y la falta casi completa de materia orgánica deben hacer que se la considere como una buena agua

(1) Aconsejamos á nuestros lectores que deseen mas detalles sobre este punto que consulten la obra de M. P. S- Girard, titulada *Memoires sur le canal de l'Ourcq et la distribution de ses eaux, sur l' desechement et l' assainissemenet de Paris.* 2 vol. en fólio con un atlas, Paris, 1831.
(2) Boutron y O. Henry, padre, *loc. cit.* p. 67.

potable. Tomada en las fuentes de Rungis, esta agua contiene una cantidad de sustancias fijas casi doble de las que lleva al llegar á París. Las sales que se depositan en el trayecto de 16 quilómetros que recorre, dan lugar á un depósito incrustrante que á la larga obstruye los canales y los conductos.

Segun la análisis de M. Colin hecha en 1816, el agua de Arecueil no parece haber variado en su composicion.

Las aguas de Belleville y del Prés-Saint-Gervais son aguas cargadas de sales calizas que las hacen impropias para bebida y ciertos usos domésticos y contienen lo que generalmente entendemos por aguas selenitosas, crudas ó duras.

»El agua del Bievre desde la mayor estension de su corriente, es decir desde Miniere hasta Gentilly sin ser una agua de buena calidad, es sin embargo potable y apropósito para la mayor parte de los usos de la vida, pero á medida que avanza hacia París hay muchas causas que contribuyen á alterar su pureza. Desde las escavaciones que se han emprendido en las cercanias de Berny y de Hay, el agua del Bievre se ha hecho muy selenitosa y la cantidad de sales calizas que contiene y especialmente de sulfato de cal ha acrecentado en una considerable proporcion.

»Seria pues preferible que se tratase de aumentar el volúmen de esta pequeña corriente de agua por medio de un estanque ó depósito que se colocaria en el valle superior del Bievre, entre Miniere y Buc y cuyas aguas recojidas en la estacion de las lluvias se dejarian sucesivamente correr en el Bievre durante la época de sequia. Lo que principalmente nos induce á desear la ejecucion de este proyecto, es que admitiendo que las sondas produzcan siempre una cantidad de agua igual á la que dan en el dia, lo cual es muy dudoso, es de temer que las sales calizas contenidas en estas aguas sean perjudiciales para ciertas industrias y particularmente para los lavaderos que hay en gran número en las cercanias de Arecueil y de Gentilly.

»El agua del *rio de l'Ourcq* tomada á su estremidad en el canal de Mareuil puede considerarse como una agua de muy buena calidad. Produce un residuo salino menos considerable que el agua del Sena tomada en el Puente de Nuestra Señora y ciertamente puede compararse con ella sin desventaja; pero bien pronto los afluentes que vienen sucesivamente á unirse en este rio para constituir el canal del Ourcq, alteran su primitiva pureza.

»El agua del *canal del Ourcq* tomada en el remanso circular de la Villete, punto de partida del acueducto principal y de los conductos de distribucion no es tan pura como la del rio, pero tiene sin embargo todas las cualidades que se atribuyen á las aguas potables.

»Para que el agua del canal tenga su máximum de pureza es indispensable que la administracion municipal haga ejecutar en la Ferté-Milon algunos trabajos que tengan por objeto recojer en una reguera que venga á verter en el rio del Ourcq mas arriba de la presa del canal todas las aguas económicas y las procedentes de las alcantarillas: convendria además que se restituyese al Rutel su antiguo cauce y que volviese las aguas de la fuente de Cregy como se ha creido conveniente hacer con las aguas impuras del Arneuse y del Mory.

»Despues de ejecutada esta importante mejora y desembarazado el canal de los afluentes que no dan mas que aguas malas, la administracion deberá cuidar que en los lugares que atraviesan estas aguas, no se establezca ninguna fábrica capaz de enturbiar ó alterar la pureza de ellas y sobre todo que se prohiba formalmente el enriado del cáñamo. Tambien

deberán adoptarse algunas medidas para que se ejerza una vigilancia diaria en todo el trayecto del canal del Ourcq por medio de agentes que cuiden de la policia de navegacion.

»Con estas precauciones, las que ya se han indicado y las que la práctica puede sugerir, no vacilamos en afirmar que el agua del canal del Ourcq podrá emplearse para surtir las fuentes públicas ya sola, ya en union de la del Sena.

»Si el agua del canal del Ourcq, contiene algunas mas sustancias salinas que la tomada en las bombas de Chaillot y del Gros-Caillou, en cambio tiene la ventaja de permanecer casi siempre clara. En efecto, el agua del Sena es turbia y cenagosa durante muchos meses del año y para tenerla clara hay precision de filtrarla, lo cual no deja de tener coste y ser embarazoso.»

En razon de los inconvenientes que presentan las aguas del Ourcq y sobre todo las del Sena, de ser sucias y frias en invierno y calientes y con frecuencia turbias en el verano, ha propuesto M. Belgrand la traida de las aguas de la *Somme-Soude* pequeño arroyo de la Champagne cuyas aguas constantemente frescas, puras y limpias, podrian conducirse á París y añadirian un constante complemento de 100,000 met. cúbicos. Estas aguas dan por la análisis gr. 0,12 á gr. 0,13 de carbonato de cal y de cloruro de magnesio, ningun vestigio de sulfato de cal y además su temperatura permaneceria constante todo el año, siendo de cerca de 10°, puesto que se sabe que conduciendo el agua por un conducto subterráneo que la preserve del contacto del aire esterior, puede conservar en todo tiempo la temperatura que tiene en su punto de emergencia. Asi lo ha demostrado perfectamente M. Darcy ingeniero de puentes y calzadas en el escelente trabajo que ejecutó para conducir á Dijon por un canal subterráneo el agua del manantial de Rosoir distante de la ciudad 14,205 metros y cuya temperatura permanece siempre á 10° (1). No dudamos que aumentando de este modo el agua de París se haria un gran beneficio para la salubridad pública.

La cuestion de salubridad de las grandes ciudades, tal como se ha comprendido en Lóndres por el *Board of health* (comité superior de higiene fundado en 1848) se funda en las dos condiciones siguientes:

1.° Abundancia de agua en la ciudad y en cada habitacion (2).

2.° Inmediata desaparicion de las inmundicias en las alcantarillas.

Ya hemos visto mas arriba como debian proveerse de agua algunas ciudades, por medio del desagüe, ó recogiendo las aguas de lluvia, ó las que corren de las montañas, ó bien haciendo variar de camino á ciertas corrientes de agua, y conduciéndolas a depósitos destinados á su surtido, método renovado de los antiguos, y de que todavia se ha sacado partido en nuestrosdias, como sucede en Lion (3), en Auxerre (4) y en un gran número de otras ciudades. Todavía pueden elevarse las aguas por medio de máquinas de vapor, haciéndolas subir á lo mas alto de los edificios, distribuyéndolas en toda la ciudad, como se practica en Rugby, en que son conducidas por un tubo de grés de m. 0,18 de diámetro á depositos subterráneos de la capaci-

(1) Guerard. *Des chois et de la distribution des eaus dans une ville*, tésis del concurs. foll. en 8.° Paris 1842.

(2) A este propósito diremos con M. Ward que ha publicado una escelente memoria sobre los métodos de surtir de agua la ciudad de Bruselas, que si es necesario tener en una gran ciudad la cantidad de agua necesaria para todos los usos domésticos, es menester que no sea muy considerable, puesto que podria ser perjudicial á causa de la gran humedad que adquiriria el terreno.

(3) Terme. *Des eaux potables á distribuer pour l' usage des particulier et le service public*. nforme presentado al consejo municipal de Lyon, 1845, en 4.°

(4) Bouchardat. *Chimie elementaire*. 3.ª edicion: 1848. 1 vol. en 12. p. 290 y siguientes.

dad de 900 metros cúbicos. Desde este punto y por medio de una máquina de vapor de la fuerza de diez caballos, pasan á otro segundo depósito situado en la cima de una torre de 33 metros de altura, desde la cual se hace la distribucion.

Con frecuencia el agua del rio que atraviesa una gran poblacion, seria bastante para el consumo de los baños, de los pilones y de las fuentes de las habitaciones; pero por lo comun estas aguas están viciadas por las materias estrañas que vierten continuamente en ellas las alcantarillas que llevan sin cesar los innumerables restos de materias orgánicas de toda especie, susceptibles por su descomposicion de dar bien pronto emanaciones pútridas y miasmáticas, causas de numerosas enfermedades.

En Lóndres, el agua del Támesis hace mucho tiempo que está infestada de materias estrañas, procedentes sobre todo de las inmundicias de las habitaciones, hasta tal punto, que segun las observaciones de M. Faraday (1), hay partes en su curso ¡en que la misma atmósfera está muy sensiblemente viciada.

Además de las aguas empleadas en la economia doméstica que vierten las alcantarillas, hay tambien, como causa de insalubridad, todas las aguas que provienen de establecimientos industriales reputados insalubres, y que por los materiales disueltos pueden dar lugar á numerosos accidentes. Las industrias que producen aguas perjudiciales para la salubridad pública, son bastante numerosas, y por parte de MM. Guerard y Chevallier, han sido objeto de útiles investigaciones que se publicaron en los *Anales de higiene* (2). Sin entrar en grandes detalles sobre esta cuestion debemos, sin embargo, decir algunas palabras de estos líquidos, de los inconvenientes que presentan, y tambien sobre las ventajas que pueden producir á la agricultura, como ya se ha tenido ocasion de esperimentar.

En la primera clase colocaremos las aguas de las letrinas de las carnicerías, de los mataderos, de las triperías y de las fábricas de cuerdas de tripa; las de los muladares ricas en compuestos azoados animales, producen por su descomposicion sales amoniacales abundantes: pero que abandonadas á sí mismas vienen algunas veces por sus infiltraciones subterráneas á corromper las aguas de los manantiales situadas á distancias bastante grandes.

Las aguas de las fábricas de cola fuerte, de cuerno fundido y de ballenas obtenidas cociendo las barbas de este animal, se descomponen tambien con bastante rapidez. Las que sirven para depurar el gas del alumbrado, son ricas en sales amoniacales, y contienen además productos empireumáticos. Cuando estos últimos están en cantidad demasiado abundante, dan agua completamente nociva: en Lóndres se ha visto que estas aguas destruian una gran parte de los peces del Támesis.

No podemos pasar en silencio las aguas producidas por los lavaderos, y las jabonerías, que ricas en principios orgánicos, se alteran rápidamente, y descomponen tambien ciertos terrenos calizos (sulfatados) que atraviesan, dando abundantes desprendimientos de hidrógeno sulfurado. Se emplean sumideros para absorver semejantes líquidos; pero sucede que las aguas jabonosas dan con las sales terreas contenidas en el suelo jabones insolubles que estancan estos sumideros.

Podríamos multiplicar las citas; pero nos contentaremos con mencionar las aguas ácidas de las fábricas de almidon, las que provienen de la fabricacion del jarabe de glucosa, de las depuraciones del aceite por el ácido

(1) *Journal de chim. med.* 4.ª serie. 1835, t. I, p. 633.
(2) *Annales d' hygiene.* 1846. t. XXXVI, p. 101.—Véase tambien Tardieu. *Dictionaire d' hygiene publique et de salubrité.* Paris. 1852. t. I, p. 477 en 8.°

sulfúrico, de la fusion de las grasas, de las fábricas de productos químicos, y por último, las aguas que se emplean en el enriado del cáñamo y del lino, y que son en algunos paises la causa frecuente de accidentes endémicos y de fiebres intermitentes.

La industria ha tratado de remediar estos diversos inconvenientes, y ademas de utilizar en lo posible los numerosos productos que antes no tenian uso alguno; asi es que en el dia, gracias á los procedimientos aconsejados en otro tiempo por D'Arcet se emplean con ventaja las aguas procedentes de los lavaderos, ya tratándolas con el ácido sulfúrico, para aislar los ácidos grasos, ya poniéndolas en contacto con yesones viejos, restos muy ricos de sulfato de cal, produciéndose así sulfato de sosa y estearato de cal, que pueden en seguida descomponerse para sacar el ácido esteárico.

Por la destilacion de la brea que contienen las aguas impuras del gas del alumbrado, se obtienen tambien hidrógenos carbonados líquidos empleados para la disolucion de la goma elástica: y además tendremos sales amoniacales que en el dia tienen una gran importancia bajo el punto de vista agrícola, para emplearlas en la confeccion de los compuestos y de los abonos concentrados.

Con objeto de condensar esta enorme cantidad de azoe contenida en todas las materias animales en descomposicion, se ha ejecutado la construccion ya propuesta de vastas alcantarillas paralelas á las grandes corrientes de aguas, y que son las únicas que deben recibir todas las sustancias escrementicias procedentes de las habitaciones. Este sistema que hace mucho tiempo que se practica en ciertas ciudades de Inglaterra, se ejecuta tambien por una especie de desagüe. Las aguas de mala naturaleza son conducidas á la alcantarilla por medio de tubos de barro esmaltado interiormente.

Pueden servir tambien para el riego directo de las tierras en cultivo, ya para la saturacion de los materiales calizos y porosos para producir verdaderas nitreras artificiales, como ha aconsejado M. Hervé Mangon (1), ya como las aguas del gas del alumbrado para la preparacion de sales amoniacales. De este modo se utiliza una gran cantidad de productos en otro tiempo completamente abandonados. Asi consideraremos el desagüe que acabamos de indicar como infinitamente preferible al uso de los pozos artesianos de absorcion, que llevaban al seno de la tierra tantos materiales de que la agricultura puede sacar tan buen partido en la actualidad (2).

Segun M. Ward, las alcantarillas de construccion antigua y de amplia capacidad, se obstruyen muy pronto, y dejan acumularse depósitos considerables, mientras que las tubulares y de capacidad pequeña se limpian con facilidad, bastando en muchos casos para efectuarlo las aguas empleadas en los usos domésticos; asi el ingeniero inglés recomienda este nuevo método de limpieza de alcantarillas como preferible al antiguo.

Purificacion de las aguas.

Despues de haber examinado los caracteres propios de las aguas potables, y los que la higiene reprueba, vamos á indicar cuáles son los procedimientos que se han puesto en práctica para hacer tan salubres como sea posible las aguas de naturaleza malsana, y terminaremos este capítulo con una ojeada

(1) Journal de pharmacie et de chimie. 3.ª série. 1856. t. XXX, p. 287.
(2) H. C. Emmery. *Sur les puits artesiens d' absorption* Paris 1836, foll en 8.º estractado de los *Annales des ponts et chaussées.*

general sobre la marcha que hay que seguir en la análisis de diversas aguas económicas, etc.

Los antiguos se habian ya ocupado de esta cuestion importantísima, y en una memoria publicada en 1513, refiere M. Virey (1) muchos métodos de desinfeccion que usaban los pueblos de la antigüedad: los unos ponian el agua en contacto con leños amargos; en Egipto se preferia el uso de almendras amargas: otros, en fin, precipitaban las materias térreas por medio de sustancias amargas y astringentes: tambien segun Sechaw, en Berberia se frotaban con leño de laurel rosa (Nerium oleander) las paredes de la vasija en que debia clarificarse el agua por medio del reposo.

Los procedimientos empleados para hacer recobrar á las aguas su salubridad, consisten en dos puntos capitales:

1.° Quitar á unas los principios que contienen en cantidad escesiva.

2.° Dar á las otras los elementos de que carecen mas ó menos.

Desde los tiempos de Plinio habian ya aconsejado los antiguos clarificar las aguas impuras, habiéndolas pasar á través de materias porosas, de vasijas arcillosas ó de verdaderos filtros ó hirviéndolas con clara de huevo ó materias albuminosas. Resumiremos esta cuestion del siguiente modo.

1.° Cuando las aguas son ricas, sobre todo en sales calizas, la operacion importante que hay que hacer, consiste en privarlas de ellas. Asi para las aguas selenitosas, se podrá precipitar el sulfato de cal por medio del oxalato de amoniaco y el cloruro de bario, y despues filtrarlas; pero siempre que se pueda, será mejor no usar semejantes aguas, pues que por este método hay precision de introducir sales estrañas.

Respecto de las aguas carbonatadas calizas, no sucede lo mismo. Estas aguas que, como hemos dicho, deben sobre todo sus propiedades á la presencia del bicarbonato de cal, pueden hacerse potables:

1.° Por la ebulicion ó por su agitacion con el aire. El esceso de ácido carbónico se desprende, y el carbonato calizo neutro se precipita. (La ebulicion seguida de la agitacion, es un método conocido desde muy antiguo, y empleado por los chinos para la purificacion de las aguas estancadas, cuyas materias orgánicas en suspension se coagulan por la accion del calor.)

2.° Echando sobre ellas agua de cal, que saturando el esceso de ácido libre, dá en este caso dos equivalentes de carbonato neutro:

$$2CO^2CaO+CaO=2(CO^2CaO)$$

Este procedimiento, que hace mucho tiempo aconsejó un químico francés (Cottereau, hijo) ha sido preconizado de nuevo en Inglaterra por M. Clarke (2), que ha observado que las aguas calizas no purificadas y espuestas al aire y al sol, se cubren prontamente de animalillos y confervas, y despues se corrompen; mientras que las que estén clarificadas por el método que acabamos de indicar, no presentan este fenómeno.

En general, todas las aguas crudas que no pueden emplearse para cocer las legumbres y para la disolucion del jabon, á consecuencia de la formacion de estearato, de margarato y de oleato de cal, se hacen á propósito para tales usos, echando en ellas una pequeña proporcion de carbonato de sosa, que precipitará las sales calizas en estado insoluble, y las impedirá que en lo sucesivo ejerzan su influencia nociva.

La accion del agua de jabon y del reposo producen el mismo efecto.

Pero sobre todo debe recurrirse para purificar las aguas insalubres á la

(1) *Jornal de pharmacie*, 1815, 2.ª série t. I p. 565.
(2) *Repertoire de pharmacie* 1855-56. t. XXII. p. 288.

filtracion á través de ciertas sustancias porosas, como la arena fina y el morrillo.

Lowitz (1) fué el primero que dió á conocer las propiedades antisépticas del carbon en polvo; así es que se aconsejó el uso de este cuerpo poroso que absorbe á la vez los gases y los sólidos para desinfectar el agua (Smith y Ducommun): entonces se empleaba el carbon vejetal ya colocado en capas entre dos lechos de arena fina en cajas prismáticas forradas de plomo, segun los procedimientos de Cuchet, Smith y Monford (2), ya mas sencillamente, como habia aconsejado Berthollet (3), carbonizando lo interior de los toneles.

Puede tambien añadirse al agua $\frac{1}{9}$ de polvo de carbon ó tambien una cantidad menor, teniendo cuidado de echar entonces además un poco de ácido sulfúrico. Filtrándolo en seguida por arena, se llega á un escelente resultado.

El carbon animal tiene propiedades mas activas que el anterior. Pelletier ha visto desinfectar un estanque echando en él negro animal (4); algunas aguas de pozos y cisternas, se han hecho muy potables por la accion de este carbon, que quita no solo las materias orgánicas sino tambien el esceso de sales calizas que están disueltas en ellas. Para una cisterna recien construida, aconseja M. Girardin emplear 4 quilóg. de carbon animal para un hectólitro de agua (5). Las cantidades que han de usarse deben ser, como facilmente se comprende, proporcionales á la naturaleza insalubre del agua; asi segun que esta sea muy fétida ó solamente tenga un poco de olor variará el peso del carbon desde $\frac{1}{150}$ á $\frac{1}{600}$ de agua. (6)

Habich (7) aconseja desinfectar las aguas corrompidas, con mezclas de cal, de alumbre y de carbon reunidas en las siguientes proporciones.

Cal.	1 parte.	Carbon. . . .	4 partes.
Alumbre. . . .	2 partes.	Alumbre. . . .	1 parte.

Se echa en el agua $\frac{1}{1000}$ de esta mezcla: el alumbre desaparece en el líquido y al cabo de doce horas próximamente se termina la operacion. Puede tambien mezclarse el carbon con el agua y no añadir el alumbre hasta el dia siguiente.

Sabido es que los lavanderos emplean algunas veces el alumbre para aclarar rápidamente las aguas de los rios que se han enturbiado con materias arcillosas á consecuencia de las crecidas repentinas en ciertas épocas del año. Un pedazo de alumbre de un peso muy poco considerable, echado en las aguas, no tarda en determinar la precipitacion de un abundante depósito y de producir la clarificacion repentina del líquido destinado á lavar y blanquear la ropa. No se sabe positivamente la accion química que en este caso se produce: es probable que se forme un *sub-sulfato de alumina muy básico* y muy insoluble que produzca la precipitacion de las materias arcillosas que quedan en suspension en el agua.

(1) *Annales de chimie*. 1802. t. XLIII p. 87 y siguientes.
(2) *Idem*. 1804. t. LI, p. 37-42.
(3) *Idem*. 1806. t. LIX, p. 96
(4) Michel Levy *Traité d' hygiene publique et privée*. 3.ª edit. Paris 1857. t. II, p. 25 en 8.°
(5) Girardin. *Lecons de chimie* t. I p. 369.—*Revue scientifique et industrielle de Quesneville*. Noviembre 1840
(6) Guirard. *Du choix et de la distribution des eaux dans une ville*. Tésis de concurso. 1852 p. 36. foll. en 8.°
(7) *Journal de pharmacie*. 2.ª série. 1829. t. XV. p 435.

Es preciso confesar que el alumbre tiene una marcada influencia sobre las aguas que se han depurado por este medio. Asi las del Loire, analizadas por MM. Bobierre y Moride (1) contienen muchas mas materias orgánicas antes de filtrarse; pero en cambio las materias salinas son mas abundantes despues de haber pasado al aparato. Los autores que hemos citado, atribuyen este hecho á la presencia del alumbre empleado.

El inconveniente de los filtros de carbon ó de arena, consiste en que se obstruyen, y como decia M. Arago en 1837, en un informe dado en la Academia de ciencias sobre el filtro Fonvielle, «ningun método artificial de filtracion, produce buen resultado, sino dá medios prontos, económicos y seguros para limpiar los filtros (2). Asi se ha tratado de remediar este inconveniente y se ha propuesto el uso de filtros que se limpien por si solos. Hace mas de 30 años que M. Roberto Thom, ha establecido en Greenock en Escocia filtros de arena que se limpian por sí solos por medio de corrientes de agua que llegan alternativamente por la parte inferior ó por la superior del aparato. (3)

Entre los procedimientos que se han puesto en práctica en las grandes ciudades, hay sobre todo dos que merecen fijar un instante nuestra atencion con respecto á los buenos resultados que de su uso se han seguido. El primero de estos procedimientos es debido á M. Henri de Fonvielle, el segundo á M. Souchon. He aquí en pocas palabras en que consisten uno y otro: el aparato ideado por M. Fonvielle está formado de nueve compartimientos que contienen dispuestas por capas, sustancias propias para verificar la filtracion. Estas sustancias se colocan en el órden siguiente: de alto á bajo 1.° y 2.° esponjas en pedazos de tamaño variable, 3.° arena gruesa, 4.° grés molido, 5.° arena gruesa, 6.° grés molido, 7.° arena gruesa, 8.° grés molido, 9.° arena gruesa. Entre todas estas capas á partir desde la primer arena gruesa se colocan diafragmas de cinc laminado y agujereados.

»La filtracion que se ejecuta por la misma presion del agua no se efectua con demasiada prontitud, porque cada metro superficial da cerca de 3000 litros de agua clarificada en 24 horas: se necesitarian pues 7 metros superficiales en 7 cajas cúbicas de un metro de lado para una pulgada fontanera (4) y 7000 cajas semejantes para el servicio de una ciudad cuyo consumo fuese de 1000 pulgadas.»

«Hay un medio muy sencillo de aumentar el producto de estas cajitas y es cerrarlas herméticamente y hacer pasar el agua á través de la materia filtrante, no solo con el auxilio de su peso ó de una debil carga, sino tambien por la accion de una fuerte presion (5).

La ventaja de este aparato se funda en la facilidad con que puede limpiarse y he aquí como se consigue: cada compartimiento tiene un tubo provisto de una llave por la cual llega el agua impura, y además una segunda llave colocada á la estremidad opuesta permite que el agua perificada salga

(1) *Annuaire des eaux de la France.* 1851. 54, p. 149 en 4.°

(2) *Comptes rendus de l' Academie des sciences.* 1837. t. V. p. 197.—*Annales de chimie et de physique.* 2.ª série, t. LXV. p. 428.—*Annales d' hygiene* 1839, t. XXI. p. 224.

(3) *Annales des ponts et chausées.* 1851, primer semestre p. 227.

(4) La *pulgada de agua ó pulgada fontanera* es la cantidad de agua que sale en el espacio de 54 horas por un orificio circular de una pulgada de diámetro practicado en la pared de una vasija ó depósito; pero con la condicion de que la superficie del agua se mantenga constantemente 7 líneas sobre el centro del orificio ó una linea sobre su parte superior. Hay tambien condicion esencial que determinan y es el grueso de la pared de la vasija. Por no haberse estendido bastante sobre este punto no se puede estar nunca de acuerdo sobre el producto.

Aunque lo que produce una pulgada de agua no sea en realidad mas que 19 metros cúbicos, 10,530 litros en 24 horas, desde la adopcion del sistema métrico lo cuentan siempre los ingenieros por 20 metros cúbicos ó 20000 litros. Esta cantidad equivale á cerca de 14 litros por minuto.

(5) Arago. *Informe citado.*

por un tubo de descargar. Cuando está obstruido un compartimento y no funciona de un modo conveniente, se abren las dos llaves del mismo y se obtienen así dos corrientes opuestas que tienen una gran accion. A pesar de esto, las sustancias no tardan en obstruirlos y es menester renovarlas de cuando en cuando. Asi las esponjas que esparcen un fuerte olor de turba, necesitan renovarse dos ó tres veces al año y lo mismo sucede con la arena. Cuando se reemplazan ciertas capas de grés con carbon, es urgente cambiarlo al menos cada ocho dias. Por último, en el aparato comun, las maniobras para limpiarle deben ejecutarse una vez cada semana, cuando las aguas son turbias, y solo cada quince dias en otras épocas del año.

El filtro *Souchon* está compuesto de dos partes el *desgruesador* y el *filtro propiamente dicho*. En este aparato se hace llegar el agua de abajo á arriba á través de un diafragma de tela sobre el cual se haya puesto una capa de lana cardada en la que se depura el agua. Cuando llega á la parte superior se detiene, y tomando una marcha inversa, pasa á través de una série de diafragmas de lana colocados unos sobre otros, de modo que pueda quitarse uno ó dos para limpiarlos, sin interrumpir por eso la operacion general. Se multiplica el número de diafragmas segun que las aguas son mas ó menos cenagosas. Este filtro puede funcionar diez horas en el verano y cuatro en las estaciones en que las aguas estan cargadas sin que haya necesidad de tocarle. La renovacion completa dura cerca de una hora, y la de una capa flotante apenas diez minutos.

La ventaja que presenta este sistema sobre el anterior, es que la filtracion se verifica á la presion de met. 0,55 mientras que en el filtro Fonvielle es mucho mas considerable, puesto que el depósito que sirve para alimentarle debe estar 20 metros encima del recipiente de filtracion. Si se quieren mas detalles podrá consultarse el *Bulletin de l' Academie de medecine* (1).

En 1839, MM. Bouchardat y Ducommun (2) notaron un hecho que merece referirse. Operando sobre un agua sumamente corrompida, tomada en la alcantarilla de Saint-Jacques, observaron que este agua perfectamente depurada, quedaba clara por algun tiempo y despues se enturbiaba y se cubria de copos verdosos análogos al *Chlemidonas pulvisculus* d' Erhenberg, estudiado en circunstancias análogas por MM. Ch, y Aug. Morren , de otros animalillos y de restos de algas colocados simétricamente. Este agua contenia además un gas que encerraba 52 por 100 de oxígeno. Conservada por espacio de cinco años y bien tapada, era todavía muy potable.

Otra agua que contenia sustancias animales en putrefaccion, y que despues de filtrada conservaba todavía algunas materias en suspension al mismo tiempo que sustancias orgánicas en disolucion, se corrompió muy pronto. De aquí debemos deducir, que el agua se conserva mas ó menos segun que se haya depurado peor ó mejor.

1.° Si la depuracion es perfecta y no hay ninguna sustancia orgánica en suspension, podrá conservarse el agua por mucho tiempo, y desarrollará, sin duda, infusorios; pero el oxígeno á que darán orígen, bastará para destruir todas las materias hidrogenadas infectas.

2.° Si en el agua han quedado materias orgánicas en suspension, obrarán como un verdadero fermento pútrido sobre las sustancias orgánicas disueltas y regenerarán algunos productos sulfurados y amoniacales que corromperán de nuevo el líquido.

Despues de estas diversas consideraciones sobre la purificacion de las

(1) *Bulletin de l'Academie royale de medecine*. 1840-41, t. VI, p. 438.
(2) Bouchardat; *Annuaire de therapeutique*. 1845, p. 255.—*Chimie elementaire*. 1848, p. 297.

aguas, diremos que hay algunas que no se clarifican nunca completamente por el reposo, sin duda á causa de la tenuidad de las moléculas que tienen en suspension. Tales son, 1.° las *aguas blancas* de Versailles (1) que deben su nombre al color lechoso que les comunica su contacto con capas de marga caliza. 2.° Las aguas del Allier que en ciertas localidades se cargan de principios que les dan color opalino, y que resistiendo á la accion del calor no pueden ser completamente despojadas de ellos ni por los reactivos químicos, ni por la accion mecánica de los filtros (Chevallier) (2).

Por último, diremos que, segun M. Leopold, las aguas del Garona, en Burdeos, tomadas en tiempos de crecidas ó de *aluviones* no recobran su trasparencia natural aun despues de diez dias de reposo. Las materias impuras mas gruesas, se depositan con bastante rapidez, pero las que son muy finas solo lo verifican con suma lentitud.

Vamos ahora á la segunda parte del problema que nos hemos propuesto y que tiene por objeto dar á ciertas aguas los principios de que carecen, cuya falta las hace pesadas é indigestas. Estas sustancias son, en primer lugar, el aire atmosférico y despues ciertas sales alcalinas.

Uno de los inconvenientes mas graves que se pueden achacar al carbon, es justamente que retiene entre sus moléculas una proporcion notable de aire que obliga á esponer el agua á la influencia de la atmósfera en vasijas de grandes dimensiones pero de poca profundidad: el líquido se bate y se agita de modo que se obligue al aire á disolverse en él. Las aguas de los pozos interiores, de los que son muy profundos y de algunas cisternas, están tambien sujetas al mismo inconveniente. Así estas aguas tienen mal uso en el arte de la piscicultura, y, segun el parecer de M. Coste, cuando se las quiere destinar á él, es necesario airearlas practicando sobre los aparatos verdaderas caidas de agua en las cuales toman aire (3). Por último, el agua del mar, que Aristóteles proponia ya hacer potable por medio de la evaporacion, se destila en la actualidad y sirve asi para alimentar la mayor parte de los buques del Estado, y lo mismo que el agua destilada de nuestros laboratorios está completamente privada de aire y de ácido carbónico. Esto puede remediarse por el batido y la agitacion (4).

Además en el agua del mar se encuentra una proporcion bastante grande de cloruro de magnesio, que durante la misma destilacion se descompone y deja pasar con el agua dulce su ácido clorhídrico. Puede remediarse este inconveniente con facilidad poniendo en la caldera algunos fragmentos de potasa cáustica: se forma cloruro de potasio y magnesia, cuerpos fijos é inalterables, cuyo paso á los recipientes no hay que temer.

Añadiremos, por último, que para hacer el agua destilada y aireada enteramente potable, se ha aconsejado añadirla en muy pequeñas porciones las principales sales que se encuentran en una agua dulce de buena calidad. Boullon-Lagrange y Vogel, (5) en una memoria muy curiosa sobre el agua de los mares que bañan el imperio francés, considerada bajo el punto de vista médico y químico, refieren los diversos procedimientos que á su vez se han puesto en práctica para desalar el agua del mar. El primero fué la destilacion sobre potasa cáustica y huesos calcinados (Hales, Appebey, Rouelle, Hirwing). Desques se aconsejó helar el agua del mar y no tomar mas que el

(1) J. A. Leroi; *Des eaux de Versailles considerees dans leurs rapports historique et hygienique*. 1847. p. 41, en 8.°
(2) Guerard; *loc. cit.*, p. 39.
(3) *Comptes rendus de l' Academ. de sciences*, 1857, t. XLV, p. 201.
(4) *Annales de chimie*. 1818. t. LXXXII, p. 190.
(5) *Ibid.*, 1815, t. LXXXVII. p. 190.

hielo (Macquer, Monnet). Rochon habia propuesto destilarla en el vacío para hacer desaparecer el sabor empireumático (1). Se debe á M. Normande un ingenioso aparato destilatorio en el cual, entrando el agua del mar en vapor, se mezcla con una corriente de aire atmosférico; lo que permite que se cargue de él y se condense con propiedades higiénicas convenientes.

Por último tambien se há indicado la funesta influencia que en ciertas circunstancias puede presentar el uso de los tubos de conductos contruidos de plomo, de cobre ó de cinc: los mejores que pueden emplearse son los de fundicion ó palastro estañados, barnizados con materias resinosas, insípidas, negras é inodoras en frio, y cuyo interior se halle cubierto de una capa bituminosa. A estos tubos se dá el nombre de *tubos Chameroy*.

De la análisis de las aguas potables y economicas.

Método hidrotimétrico.

La importancia que tiene la naturaleza de las aguas comunes, segun hemos podido reconocer en los diversos usos económicos á que se destinan, hace que su análisis sea casi siempre indispensable, porque con frecuencia se trata de decidir si tales ó cuales de ellas son á propósito para bebida, para cocer las legumbres, para lavar la ropa ó para la preparacion de ciertos productos manufactureros; ó si algunos de sus elementos son perjudiciales en muchas de sus aplicaciones. Así el predominio de los sulfatos, de los carbonatos de cal, de las sales de base de magnesia ó de otras de naturaleza alcalina pueden hacer difícil la digestion, cocer con dificultad las legumbres é imposibilitar la disolucion del jabon, ó bien obrar desventajosamente sobre ciertos compuestos fabricados artificialmente: la análisis de estas aguas es muy útil en este caso.

No lo es menos tampoco cuando se trata de que sirva para las calderas de vapor de las fábricas, de los numerosos vapores, y de las locomotoras de los caminos de hierro, porque es sabido que estas aguas muy fuertemente calizas dejan en las calderas en que se calientan depósitos ó incrustaciones que producen despues la destruccion de estos aparatos y algunas veces contribuyen á esplosiones y accidentes muy funestos. Así hay que tener cuidado sin cesar de la naturaleza de las aguas que se emplean y su análisis es igualmente obligatoria. Como esta análisis debe con frecuencia hacerse con mucha rapidez, MM. Boutron-Charlard y F. Boudet, han ideado para conseguirlo un método tan ingenioso como útil, que permite en algunos momentos ejecutar las investigaciones con bastante precision. Este método designado con el nombre de *hidrotimetría* (2) ha sido aprobado por la Academia de ciencias y valido á estos químicos una medalla de oro de 2000 francos. El reactivo que sirve de base á este método de analisis, es la solucion de jabon que ya habia aconsejado Clarke.

Como este procedimiento de análisis es en el dia de uso general en una multitud de fábricas, y especialmente en todas las líneas de caminos de hierro, debemos entrar en algunos detalles estensos, y para darlos con mas precision y exactitud en cuanto se refieren á dicho procedimiento práctico de hidrotimetria, creemos útil reproducir testualmente lo que corresponde á este punto tomándolo de la memoria de M. M. Boutron y Boudet.

(1) *Journal de physique de Lametherie*, t. LXXVI, p. 375.
(2) Boutron Charlard y Boudet; *Hydrotimetrie*.

«El método que proponemos, dicen los autores, tiene por punto de partida las curiosas observaciones del doctor Clarke en el uso de la tintura alcoólica de jabon para medir la dureza de las aguas. Está fundado en la propiedad tan conocida que posee el jabon de volver el agua espumosa y no producir ninguna espuma en las aguas cargadas de sales térreas y particularmente de bases de cal y de magnesia, sino en tanto que estas sales se han descompuesto y neutralizado por una proporcion equivalente de jabon y que quede un pequeño esceso de este último en el líquido.

Siendo la dureza de una agua proporcional á las sales térreas que contiene, la cantidad de tintura de jabon necesaria para producir la espuma, puede dar la medida de su dureza.

Tal es el prineipio que el doctor Clarke ha establecido y por medio de una bureta graduada y de un licor tambien graduado que ha usado en Inglaterra, ha podido apreciar la dureza de las aguas y la proporcion de materias incrustantes que depositan bajo la influencia de una ebulicion prolongada. (1)

»Nosotros nos hemos dedicado á desarrollar este principio, convencidos de que podria dar un procedimiento fácil y rápido para dosificar en las aguas de manantiales y de rios las principales sustancias que contienen, tales como la cal, la magnesia y los ácidos con que estas bases se hallan generalmente combinadas.

»El hecho fundamental en que nos apoyamos, es, pues, la produccion de la espuma en el agua por el jabon y el obstáculo que las bases térreas presentan para esta produccion trasformando al jabon en compuestos insolubles.

»En efecto, si se echan algunas gotas de una tintura alcoólica de jabon en un frasco que contenga, por ejemplo, 40 cent. cúbicos ó 40 gram. de agua destilada, y se agita la mezcla, se forma inmediatamente en la superficie del líquido una capa de espuma lijera y persistente; pero si en vez de agua destilada se emplea una agua mas ó menos caliza ó magnesiana, el fenómeno de la espuma no aparece mas que cuando la cal ó la magnesia contenidas en este agua se han neutralizado por una cantidad proporcional de jabon y se ha añadido un lijero esceso de este último, que no encontrando mas cal ni magnesia, manifiesta sus propiedades como si se encontrase en disolucion en el agua pura.

»La proporcion de jabon que exigen 40 cent. cúbicos de una agua cualquiera para producir una espuma persistente, da pues la medida de la cantidad de sales calizas ó magnesianas contenidas en este agua, y como respecto de la mayor parte de las aguas de manantiales y de rios la cal y la magnesia son las principales materias, que combinadas con diferentes ácidos influyen realmente sobre su calidad, es evidente que determinando la proporcion de estas bases que contienen, se determina el valor de estas aguas relativamente al mayor número de usos de que son susceptibles.

»La formacion de la espuma, en la superficie del agua, es por otra parte un fenómeno tan marcado, la proporcion de jabon que hemos reconocido que es necesaria para producirla (un decígramo por litro) es tan pequeña, y el momento en que una agua caliza ó magnesiana deja de neutralizar el jabon y se vuelve espumosa por la agitacion, es tal fácil de apreciar, que una solucion alcoólica de jabon, puede considerarse como un reactivo sumamente sensible para descubrir y dosificar las sales calizas y magnesianas en líquidos muy diluidos, tales como las aguas de manantiales

(1) *Nota on the examination of water for towns, ferats hardness and for the encrustation it depósits on bolling.*

y de rios. El mérito esencial de este reactivo resulta, es preciso notarlo, de la circunstancia de indicar inmediatamente por un fenómeno muy marcado cual es el de la espuma, el límite de accion que las bases térreas ejercen sobre él.

Empleamos el jabon en estado de disolucion alcoólica y para evitar los inconvenientes que resultarian de la composicion variable de los jabones del comercio, graduamos este licor de prueba por medio de una disolucion de cloruro de calcio (1) fundido que contenga $\frac{1}{4000}$ de su peso ó gr. 0,25 de esta sal para cada litro de agua destilada.

Hé aquí el método que hay que seguir para la preparacion de este líquido.

»Se toma:

Jabon de Marsella, ...	100 gramos.
Alcool de 90.° centésim	1600 gr.

»Se disuelve el jabon en alcool calentándolo hasta la ebulicion, se filtra para separar las sales y las materias estrañas insolubles en el alcool que el jabon pueda contener y se añade á la disolucion filtrada:

Agua destilada.	1000 gramos.
Se obtienen asi.	2700 gram.

de un líquido que debe tener un grado muy próximo al que hemos fijado; pero que no puede emplearse, sin embargo, sin someterle á un ensayo que demuestre su valor real.

»Este ensayo se ejecuta con los mismos aparatos que hemos adoptado 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 cent. cúbicos de capacidad y en que están medidos 40 cent. cúbicos y señalados con una raya.

»La graduacion de la bureta está hecha de tal manera, que una capacidad de dos cent. cúbicos y cuatro décimas tomada desde la raya trazada en el estremo de la bureta, se halla dividida en 23 partes iguales y las divisiones siguientes son perfectamente iguales á las primeras.

Cada division representa un grado; pero aunque para cada esperiencia la bureta debe estar llena hasta la señal, no se marca el 0.° mas que debajo de la primera division. Para esplicar esta particularidad, observaremos que la proporcion de agua que hemos adoptado para cada esperiencia, es un veinticincoavo de litro ó cuarenta centímetros cúbicos; y que sea cualquiera la composicion de esta agua, la consideramos como formada de cuarenta centímetros cúbicos de agua pura y de una proporcion cualquiera de materias capaces de descomponer el jabon. Pero para adquirir cierta viscosidad y hacerse capaz de producir una espuma persistente, cuarenta centímetros cúbicos de agua pura exigen una division del licor de prueba y la primera division de la bureta se ha reservado para este uso, dejandola sin graduar, á fin de que las divisiones siguientes representen única y realmente la cantidad de jabon descompuesta por las materias que quedan en disolucion en el agua.

El licor de prueba debe graduarse de manera que las 23 divisiones com-

(1) Puede sustituirse al cloruro de calcio una proporcion quimicamente equivalente de cualquiera otra sal capaz de formar con los ácidos grasos del jabon una combinacion insoluble, tal como el cloruro de bario, el azoato de barita, etc. M. Marchand (de Fecamp) ha hecho notar con razon que el azoato baritico es mas 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, que han debido hacer que nos parezca preferible.

prendidas entre la raya circular marcada debajo del 0.° y del 25.°, es decir, á 22.° sean rigurosameute necesarias para producir una espuma persiste nte con cuarenta centímetros cúbicos de la disolucion de cloruro de calcio á $\frac{1}{1000}$, disolucion que llamos *normal*.

»En consecuencia, cuando el licor jabonoso se ha preparado en las proporciones que acabamos de indicar, se determina por una esperiencia el número de grados que cuarenta centímetros cúbicos de disolucion normal de cloruro de calcio exigen para producir una espuma persistente: si el número de grados observados es 22.°, el licor jabonoso está perfecto; pero si es inferior á 22.°, se diluye este líquido con una nueva cantidad de agua, calculando que se necesitan cerca de $\frac{1}{23}$ de su peso de agua, para disminuir 1.° de su fuerza. En seguida se hace un nuevo ensayo, continuando así hasta que se tenga el grado que se desea.

»Segun lo que precede, la disolucion normal de cloruro de calcio hecha con 25 centígramos de cloruro para 1 litro de agua, contiene evidentemente un centígramo de esta sal para un veinticincoavo de litro ó 40 gramos.

»De aquí resulta que 22.° de licor de prueba, son neutralizados por un centígramo de cloruro, que 1.° corresponde á $\frac{0,01}{22}=0,00045$ de esta sal, y por último, que cada grado de licor de prueba neutralizado por cuarenta centímetros cúbicos de disolucion normal representan $\frac{\text{gr. } 0,01\times 25}{22}=0,0114$ de cloruro de calcio en un litro de esta misma disolucion.

»Asi como es posible á menos de medio grado apreciar el momento en que se produce una espuma persistente en la superficie de una disolucion es evidente:

1.° Que el liquido de prueba puede descubrir $\frac{0,00045}{2}$, ó sea un cuarto de miligramo de cloruro de calcio en 40 gramos de agua, y dosificar con mayor exactitud todavía cualquiera otra sal térrea, cuyo equivalente químico sea mas considerable.

2.° Que operando sobre cuarenta centímetros cúbicos de una disolucion de cloruro de calcio, se reconoce en $\frac{gr\ 0,0114}{2}=0,0057$, ó sea poco mas ó menos en 5 ó 6 miligramos, la proporcion de cloruro contenido en un litro de esta disolucion.

»Por otra parte, si considerando, segun la análisis de M. Thenard el jabon marmoleado del comercio como formado de

Sosa.	6
Acidos grasos.	64
Agua.	30
	100

se toma para su equivalente quimico el número 6453, y si multiplicando gr. 0,25 de cloruro de cálcio por 6453, se divide el producto por el equivalente del cloruro de calcio 693,20. se obtiene por cociente gr. 2,326, que representan la proporcion de jabon equivalente á gr. 0,25 de cloruro de calcio.

De aqui se saca la consecuencia, que un litro de disolucion normal de

cloruro de calcio debe exigir 23 decígramos de jabon, para transformar los gr. 0,23 de sal caliza en jabon insoluble, pero como la graduacion de la bureta de ensayo, está calculada de tal manera que operando sobre cuarenta centímetros cúbicos de la disolucion normal, la division 23 y el grado 22 corresponden á la produccion de la espuma persistente: puede admitirse que cada grado de la bureta representa un decígramo de jabon neutralizado por un litro de esta disolucion (1). La composicion del licor de prueba y la graduacion de la bureta están, como se ve, arregladas en tales condiciones que operando sobre cuarenta centímetros cúbicos de una disolucion cualquiera de cloruro de calcio, se puede saber al momento por el grado que corresponde á la produccion de la espuma persistente, la proporcion del cloruro contenido en un litro de esta disolucion, y la proporcion de jabon que debe neutralizar.

»Es evidente, por otra parte, que una disolucion de una sal de cal, de magnesia, de barita ó de cualquiera otra base capaz de formar un compuesto insoluble con los ácidos del jabon puede analizarse por medio del licor de prueba con tanta facilidad como una disolucion de cloruro de calcio, y que seria fácil fijar por un simple cálculo proporcional los puntos correspondientes á un grado de la bureta por cada litro de disolucion respecto de las sales de bases térreas, y formar una tabla que diera á conocer con mucha rapidez los resultados de estas análisis.

Si en vez de una disolucion de cloruro de calcio, se hace la esperiencia con un agua de manantial ó de rio que contenga, como sucede mas generalmente, sales de cal y de magnesia (2), el grado observado indicará á la vez la proporcion de cloruro de calcio y la de jabon neutralizado equivalente á estas sales para un litro del agua examinada.

»Nada mas sencillo, por otra parte, que obtener este doble resultado en una agua cualquiera, pues que basta para esto determinar, por medio de una esperiencia rápida, cuántos grados del licor de prueba exigen cuarenta centímetros cúbicos de este agua para producir una espuma persistente.

Supongamos, por ejemplo, que una agua haya dado el grado 20: este grado dará á conocer:

»1.° El número de órden del agua examinada en una clasificacion metódica que tenga por punto de partida el agua pura representada por 0.°

»2.° La proporcion de cloruro de calcio equivalente á las sales de cal y de magnesia contenidas en un litro de esta agua, es decir, gr. 0,0114 $\times 20 =$ gr. 0,228.

»3.° La proporcion de jabon que neutralizaría un litro de este agua, ó sea 20 decígramos.

»Hemos dado á esta bureta el nombre de *hidrotímetro* (3) (medida del valor del agua). Nuestro método de ensayo constituye, pues, la *hidrotimetria*, y las aguas pueden clasificarse segun sus grados *hidrotimétricos*, comparándolas con el agua pura que marca 0.°

(1) El número exacto seria gr. 0,106 de jabon para cada grado hidrotimétrico, en vez de gr. 0,1. En un cálculo rigoroso seria necesario multiplicar el número de grados observados por 0,186, y tendriamos así en decígramos el peso justo del jabon neutralizado por 1 litro del agua examinada.

(2) Independientemente de las sales de cal y de magnesia, las aguas de manantiales y de rios pueden contener una pequeña cantidad de alúmina, de silice, de sales de hierro y de manganeso, que forman tambien con los ácidos del jabon combinaciones insolubles, cuya presencia indica igualmente el licor de prueba. Su influencia debe, pues, agregarse á la que ejercen sobre el jabon las sales de cal y de magnesia; pero hay que observar que en la mayor parte de las aguas de rio ó de manantiales no minerales, estas materias no se encuentran mas que en proporciones sumamente pequeñas.

(3) Los nombres *hidrotimetro* ὕδωρ, agua, τιμή, valor, μέτρον, medida) é *hidrotimetria*, que hemos propuesto, no están fuera de toda crítica; nos apresuramos á confesarlo.

Pero no nos hemos limitado á determinar en globo la proporcion de la cal y de la magnesia contenidas en las aguas, hemos tratado de estender mas las aplicaciones del hidrotímetro, y hemos creado un verdadero medío de análisis cuantitativa, que puede servir, no solo para determinar la composicion de las aguas de manantiales y de rios, sino tambien para resolver rápidamente otro gran número de problemas análogos.

»Las materias fijas contenidas en las aguas de manantiales y de rios, consisten principalmente en carbonatos de cal y de magnesia, asociados con proporciones variables, pero generalmente muy pequeñas de estas mismas bases en estado de sulfatos, de azoatos ó de cloridratos. Se han hallado ademas algunas sales de sosa y de potasa y vestigios de carbonatos de hierro y de manganeso, de sílice y alúmina. La pureza de estas aguas y su valor bajo el punto de vista de sus usos, depende pues, sobre todo de las proporciones de cal y de magnesia que contienen, y de la naturaleza de los ácidos con que estan combinadas estas bases. Asi en la práctica el objeto verdaderamente útil de la análisis de las aguas de los manantiales y de los rios puede frecuentemente llenarse, limitándose á dosificar la cal y la magnesia que existen en ellas, y á determinar en qué proporciones se encuentran combinadas con cada uno de los diferentes ácidos que les saturan. Pero la hidrotimetría puede suministrar estos datos esenciales; sin embargo, para establecer el verdadero valor y la exactitud de este método, es necesario esponer los hechos principales, que le sirven de base, y que no hemos admitido hasta despues de estar comprobados ó demostrados por nuestras esperiencias.

»Estos hechos son tres:

»El primero es, que el licor hidrotrímétrico, preparado y graduado segun nuestras indicaciones, se conduce en presencia de las sales de bases térreas capaces de formar compuestos insolubles con los ácidos grasos del jabon, como un compuesto perfectamente definido, y ejerce sobre ellas una accion exactamente proporcional á sus equivalentes químicos.

»El segundo es, que en los límites en que la hidrotimetría puede dar indicaciones exactas, es decir, operando sobre aguas cuyo grado no pase de 25 á 30, las proporciones de sal de sosa ó de potasa que se encuentran generalmente en ellas, no tienen accion sobre el licor hidrotimétrico.

»El tercero es, por último, que siendo el carbonato de magnesia mucho menos soluble en agua que el carbonato de cal, sobre todo en frio; cuando una agua contiene únicamente bicarbonatos de cal y de magnesia, ó estas mismas sales asociadas con otras de cal y de magnesia; las reacciones siguientes se producen bajo la influencia de la ebulicion convenientemente prolongada.

»1.° Si el agua contiene bicarbonatos de cal y de magnesia, con otras sales de magnesia ó sin ellas, durante la ebulicion, se transforman los bicarbonatos en carbonatos, el carbonato de cal se precipita solo ó acompañado de una pequeña cantidad de carbonato de magnesia; pero por el enfriamiento y la agitacion del líquido, este último se disuelve de manera que al filtrarse no se separa mas que el carbonato de cal.

2.° »Si los carbonatos de cal y de magnesia están unidos con una, á otras muchas sales de magnesia y de cal, tales como los sulfatos, azoatos ó cloridratos y en proporciones suficientes para que la cal esté en esceso respecto del ácido de los dos carbonatos, se verifica durante la ebulicion, tal reparticion de los ácidos entre las bases que el líquido se conduce como si todo el ácido carbónico que contiene estuviese combinado con la cal, se desprende la mitad de este ácido, mientras que la otra mitad se precipita en

estado de carbonato de cal y en el líquido filtrad se encuentra el resto de la cal y la totalidad de la magnesia combinada con los ácidos sulfúrico, azoótico y clorídrico.

»Supuesto esto, si en una agua cualquiera que contenga sales de cal y de magnesia, se echa oxalato de amoniaco en proporcion conveniente, toda la cal se precipita bien pronto en estado de oxalato insoluble y puede aislarse por la filtracion, mientras que la magnesia queda disuelta en estado de oxalato amoniaco magnesiano. El grado hidrotimétrico de esta disolucion representa la magnesia que contiene y si se resta del de la misma agua antes de la precipitacion, la diferencia entre ambos grados debe representar á su vez, la cantidad total de la cal que existia en el agua examinada.

»Por otra parte sometiendo una nueva porcion de este agua á una ebulicion prolongada por espacio de 20 minutos, reduciéndole á su volúmen primitivo con agua destilada y filtrándolo despues de haberlo dejado enfriar, y agitado para redisolver el carbonato de magnesia que haya podido separarse en caliente: se aisla el carbonato de cal que la ebulicion ha precipitado y su grado hidrotimétrico comparado con el que tenia antes de la ebulicion da á conocer por diferencia la proporcion de carbonato de cal que ha perdido.

»Asi, tomando:

»1.° El grado hidrotimétrico de una agua cualquiera.

»2.° El grado hidrotimétrico de esta misma agua precipitada por el oxalato de amoniaco y filtrada.

»3.° El grado de esta agua sometido á una ebulicion de veinte minutos, agitada y filtrada despues de fria.

»Se puede conocer:

»1.° El rango ó número de orden de esta agua en la escala hidrotimétrica y por consiguiente la proporcion de jabon que neutraliza para cada litro.

»2.° El equivalente de toda la cal que contiene.

»3.° El equivalente de la magnesia.

»4.° El equivalente del carbonato de cal precipitado bajo la influencia de una ebulicion prolongada.

»Todos estos datos se obtienen como se ve por medio de un solo reactivo por procedimientos tan sencillos como espeditos y que á primera vista parecen suficientes para fijar el valor relativo de una agua cualquiera.

»Pero independientemente de las materias fijas que existen en disolucion en las aguas dulces, se ha hallado en ellas el elemento gaseoso y el ácido carbónico libre que se encuentra constantemente unido con el aire atmosférico. Este gas no deja de tener influencia sobre la salubridad y el valor agrícola é industrial de estas aguas: su análisis por lo tanto no es completa ni puede llenar su objeto enteramente sino cuando dé á conocer la proporcion de ácido carbónico que contienen: asi este dato se encuentra generalmente en el número de los resultados de una análisis acabada; pero todos saben qué dificil es obtenerle con precision: qué incertidumbre presentan los procedimientos de dosificacion directa del ácido carbónico libre: y qué divergencias existen bajo este punto de vista entre las observaciones de la mayor parte de los químicos.

»Un medio de apreciar el ácido carbónico libre seria pues una útil adquisicion para el estudio de las aguas y vendria á dar á nuestro método un complemento necesario. El licor hidrotimétrico puede tambien servir para este uso: en efecto, el ácido carbónico descompone el jabon, como lo ha observado el Dr. Clarke y lo hemos comprobado por numerosas esperiencias.

»Cuando se hace pasar una corriente de ácido carbónico por una disolucion acuosa de jabon, se descompone, se enturbia, se vuelve lechosa y pierde la propiedad de formar espuma cuando se agita. Si se recoje sobre un filtro el precipitado formado se ve que presenta las propiedades de un jabon con esceso de ácido graso. Siendo soluble en caliente en el alcool, le comunica la propiedad de enrojecer levemente el papel de tornasol: en contacto con el eter no se disuelve: pero le cede una parte de su ácido: es insoluble en agua fria y se divide en ella hirviendo, volviéndola lechosa.

»Abandonado á si mismo el licor jabonoso descompuesto por el ácido carbónico se regenera lentamente y adquiere la propiedad de formar espuma cuando se agita. Calentado, desprende ácido carbónico, se aclara y vuelve al estado de disolucion jabonosa.

»Asi una corriente de ácido carbónico, descompone el jabon disuelto en agua, en jabon con esceso de ácido y en bicarbonato de sosa, un equivalente de ácido carbónico corresponde exactamente en esta reaccion á otro equivalente de jabon.

»Pero no sucede lo mismo cuando se echa poco á poco en agua ligeramente cargada de ácido carbónico, la disolucion alcoólica de jabon que constituye el licor hidrotimétrico. La proporcion de este licor neutralizada por el ácido carbónico representa unicamente 1 eq. de jabon para dos de ácido carbónico. Esta diferencia de accion del ácido carbónico sobre el jabon segun que atraviesa en forma de corriente una agua jabonosa mas ó menos concentrada, ó que disuelto en agua se pone en contacto poco á poco con el licor hidrotimétrico, es un hecho curioso; pero que se esplica sin embargo considerando las condiciones muy diversas en que se producen los fenómenos.

»Si calculando segun esta observacion la relacion que existe entre el licor hidrotimétrico y el ácido carbónico, se valúan los grados del hidrotímetro correspondientes á una disolucion de ácido carbónico que contenga un volúmen de este gas, se ve que 40 cent. cúbicos ó $\frac{1}{25}$ de litro de esta disolucion deben exigir 218 divisiones ó grados de licor hidrotimétrico. En efecto, siendo el peso de un litro de ácido carbónico, gr. 1,974 y disolviendo el agua un volúmen igual al suyo, en un litro de agua saturada de este gas se encuentran necesariamente gr. 1,974. Pero siendo el equivalente del ácido carbónico 275 y el del cloruro de calcio 693, es claro que gr. 1,974 de este ácido equivalen á gr. $1{,}974 \times \frac{693}{275} =$ gr. 4,97 de cloruro de calcio.

»Por otra parte la disolucion normal de cloruro de cálcio á 22° contiene en cada litro gr. 0, 25 de esta sal y la de ácido carbónico que equivaldria á una de cloruro que contuviese gr. 4,97 por litro deberia exigir $22° \times \frac{4{,}97}{0{,}25} =$ 437,3; pero como dos equivalentes de ácido carbónico neutralizan otro de jabon, es menester tomar unicamente la mitad de 437°,3; es decir 218,°6 para representar el grado hidrotimétrico de una disolucion saturada de ácido carbónico, es decir cargada con un volúmen igual al suyo de este gas.

»Este cálculo demuestra que el licor hidrotimétrico debe ser un reactivo muy sensible para el ácido carbónico en disolucion en el agua, pues que basta que un agua contenga $\frac{1}{100}$ de su volumen de este ácido para descubrir $\frac{218.6}{100}$ ó sea 2,° 186 ó 2,° 19 en el hidrotímetro. En efecto, la esperiencia nos ha demostrado que una disolucion de ácido carbónico al décimo de

su volúmen exigia 21,°5 de licor hidrométrico y otra á un diez y seis-avo 14° lo cual es exactamente conforme con el cálculo. (1)

»Resulta de lo que precede que cuando se someta á la prueba del hidrotímetro una agua que contenga ácido carbónico libre, por ej. el agua del Sena, una parte del licor hidrotimétrico se neutraliza por el ácido carbónico de modo que su grado no representa unicamente las sales de cal y de magnesia sino tambien el ácido carbónico libre que les acompaña: la presencia de este gas alterará pues la exactitud de las análisis sino fuese posible tenerlo en cuenta siguiendo la marcha que vamos á describir para la análisis de las aguas dulces. Empero antes de esponer esta marcha general, nos resta dar á conocer el procedimiento que hemos aplicado para la determinacion del ácido sulfúrico que con frecuencia se encuentra en las aguas dulces en combinacion con las bases. He aqui en que consiste.

»Se determina primero el grado hidrométrico del agua en estado natural: siendo por ej. 16 el grado observado, se toman 40 cent. cúbicos de este agua y se le añade el equivalente de 16°, de azoato de barita, es decir $\frac{8}{10}$ de cent. cúbico de una una disolucion graduada de esta sal que representa 20° por 1 cent. cúbico obteniendo asi un líquido que representa 32° hidrotimétricos de los que 16 son de barita: pero la reaccion del ácido de los sulfatos contenidos en el agua sobre la barita da origen á un depósito de sulfato de barita que hace bajar este grado proporcionalmente á la cantidad de la sal que ha formado y en efecto si despues de haber dejado depositar y filtrar el licor, se mira su grado se reconocerá que ha descendido á 20°. por ejemplo: habrá pues una pérdida de 12°, que representa 12° de ácido sulfúrico ó de sulfato.

La esposicion que precede de las aplicaciones del hidrotímetro á la análisis de las aguas, demuestra que este aparato basta para apreciar no solo las proporciones de cal y de magnesia que contienen, sino tambien la de carbonato de cal que se precipita en ella por una ebulicion prolongada y las del ácido carbónico libre y de los sulfatos que se encuentran: nos falta ahora dar á conocer los aparatos que deben emplearse y la marcha general que hay que seguir para hacer una análisis hidrotimétrica. Esta parte de nuestra memoria será á la vez el resúmen de lo que precede y la instruccion que sirva para guiar á los esperimentadores en el uso del hidrotímetro.

Instruccion sobre el uso del hidrotímetro para determinar la composicion de las aguas de manantiales y de rios.

«Los ensayos hidrotimétricos se ejecutan por medio de un frasco aforado á 10, 20,30 y 40 cént. cúbicos y de la bureta graduada que hemos designado con el nombre de *hidrotímetro*.

»Cada ensayo exige 40 cént. cúbicos ó 40 gr. de agua que se miden en en el mismo frasco de ensayo.

»El hidrotímetro está graduado de tal manera que la señal circular marcada en la punta del instrumento es el límite á que el licor debe llegar para que esté cargado.

»La division comprendida entre esta señal circular y 0.° representa la proporcion de licor necesario para producir el fenómeno de la espuma con agua destilada pura.

(1) Debemos hacer observar sin embargo, que la reaccion del ácido carbónico sobre el licor hidrotimétrico es menos pronta que las de las bases térreas y que las determinaciones de ácido carbónico reclaman una atencion particular.

»Los grados á partir desde 0.° son los *grados hidrotimétricos*.

»La composicion del líquido está calculada de modo que cada grado representa gr. 0,1 de jabon neutralizado por 1 litro de agua sometido á la esperiencia y corresponde sea á gr. 0,0114 de cloruro de calcio, sea á gr. 0,01 de carbonato de cal para la misma cantidad de agua.

»El grado hidrotimétrico de una agua indica pues inmediatamente la proporcion de jabon que neutraliza por cada litro y la medida de su pureza.

»El hidrotímetro es no solamente útil para clasificar las aguas segun su pureza, sino que sirve tambien para hacer en ciertas condiciones una verdadera análisis.

»El neceser hidrotimétrico contiene todo lo que es útil para esta análisis; se compone:

1.° De un hidrotímetro.
2.° De un frasco de ensayo de 60 cént. cúbicos de capacida y aforado á 10, 20, 30 y 40 cént. cúbicos con rayas circulares.
3.° De un frasco de licor hidrotimétrico.
4.° De un frasco de agua destilada.
5.° De un frasco de una disolucion de oxalato de amoniaco á un sesenta-avo.
6.° De un frasco de azoato de barita graduado á 20.° para cada centímetro cúbico.
7.° De una bombilla dividida en décimas de centímetro cúbico.
8.° De un balon aforado con una raya circular marcada en la base del cuello.
9.° De una lámpara de espíritu de vino con un sustentáculo para mantener el balon encima de la lámpara.
10.° De un embudo de vidrio.
11.° De un tubo agitador.
12.° De un termómetro para determinar la temperatura del agua.

Determinacion del grado hidrotimétrico de las aguas.

»Cuando se quiere ensayar una agua cualquiera se miden en el frasco de ensayo 40 cént. cúbicos de ella y se añade poco á poco el licor hidrotimétrico ensayando de cuando en cuando si por la agitacion produce una espuma ligera y persistente (1). El grado que se lee en el hidrotímetro cuando se ha obtenido esta espuma es el grado hidrotimétrico del agua examinada. (2)

»Este grado indica:

1.° El número de decígramos de jabon que este agua neutraliza para cada litro.

2.° La medida de su pureza ó el lugar que ocupa en la escala hidrotimétrica.

»Sean 20° el grado que se observe: resulta que 1 litro de agua ensayada neutraliza 20 decígramos ó 2 gr. de jabon y que este agua tiene el número de órden 20 en la escala hidrotimétrica.

(1) La espuma debe formar en la superficie del agua una capa regular de mas de medio centímetro de espesor y mantenerse por lo menos diez minutos sin deshacerse.

(2) Si el agua sometida á la esperiencia da origen á grumos cuando se mezcla con el licor hidrotimétrico, ó si su grado escede de 25 á 30, debe deducirse que este agua está muy cargada de sales de cal y de magnesia para que pueda ensayarse tal como es y que es necesario mezclarla en agua destilada de modo que se reduzca á un grado hidrotimétrico inferior á 30.° Se añaden pues 1, 2 ó 3 veces su volúmen de agua destilada, segun que esté mas ó menos impura y esta adicion se hace facilmente con un frasco de ensayo que se gradua de 10 en 10 cént. cúbicos hasta 40. Cuando la mezcla se forma en proporciones convenientes, puede operarse con seguridad; pero debe tenerse cuidado de contar el doble, el triple ó el cuádruplo del grado observado, segun que se haya añadido 1, 2 ó 3 volúmenes de agua destilada.

»Echando una ojeada sobre la tabla siguiente; se puede formar al momento una idea del valor de este agua, comparando su grado con el de las aguas clasificadas en ella.

Escala hidrotimétrica de las aguas de manantiales y de rios.

DESIGNACION DE LAS AGUAS.	RECOGIDA.	DATA.		GRADO HIDROTIMÉTRICO.
Destilada.....				0
De nieve.....	Paris.....	Diciembre.	1854	2,5
De lluvia.....	Paris.....	Id.	1854	2,5
Del Allier.....	Moulins.....	5 marzo.	1855	3,5
Del Dordogne.....	Libourne, en el puente del camino de hierro.....	26 marzo.	1855	4,5
Del Garonne.....	Tolosa.....	9 mayo.	1855	8,0
Del Loire.....	Tours.....	5 marzo.	1855	5,5
Del Loire.....	Nantes	5 marzo.	1855	5,5
Del pozo de Grenelle.....		16 febrero.	1855	3,5
Del Soude.....		25 diciembre.	1854	13,50
Del Somme-Soude.....		25 diciembre.	1854	13,50
Del Somme (departamento del Marne.).....		25 diciembre.	1854	14,0
Del Ródano.....		17 abril.	1855	15,0
Del Saona.....		17 abril.	1855	15,0
Del Yonne.....	A 100 met. antes de la embocadura del Armanzon.....	17 abril.	1855	15,0
Del Sena.....	Puente de Yvry.....	15 diciembre.	1854	15,7
Del Sena.....	Puente de Yvry.....	16 febrero.	1855	17,0
Del Sena..... ...	Chaillot.....	16 febrero.	1855	23,0
Del Marne.....	Charenton.....	13 febrero.	1855	19,0
Del Marne.....	Charenton.....	23 febrero.	1855	23,0
Del Oise.....	Pontoise.....	5 abril.	1855	21,0
Del Escaut.....	Valenciennes.....	5 abril.	1855	24,5
Del canal del Ourcq.....		23 febrero.	1855	30,5
D' Areueil.....		23 febrero.	1855	28,0
Del Prés-Saint-Gervais.....		23 febrero.	1855	72,0
De Belleville.....		23 febrero.	1855	128,0

Estos datos bastan en un gran número de casos para reconocer si un agua es mas ó menos pura, mas ó menos aplicable á ciertos usos; pero hay muchas circunstancias en que es útil conocer las proporciones de carbonato de cal, de sulfato de cal ó demás sales calizas, de las sales de magnesia y de ácido carbónico contenidas en el agua que se examina, hé aquí como se llega á conseguirlo.

Determinacion del ácido carbónico y de las sales de cal y de magnesia contenidas en las aguas de manantiales y de rios.

«Esta determinacion no exige mas que cuatro operaciones sucesivas y 400 ó 500 gr. de agua.

La primera operacion consiste en tomar el grado hidrotimético del agua en el estado natural.

»La segunda en tomarle despues de haber precipitado la cal por medio del oxalato de amoniaco.

»La tercera, en apreciar su grado despues de haber eliminado por la ebulicion el ácido carbónico y el carbonato de cal.

»La cuarta, en tomarle despues de precipitar por el oxalato de amoniaco las sales de cal que no se hayan aislado por ebulicion.

Se procede del modo siguiente:

«Despues de haber demostrado el grado hidrotimétrico del agua en estado natural, se mide por medio de un frasco de ensayo una nueva cantidad igual á 50 centímetros cúbicos y se le añaden 2 cént. cúbicos de disolucion de oxalato de amoniaco á $\frac{1}{60}$. Se agita fuertemente el líquido batiéndole con un tubo y se abandona por media hora: se filtra entonces el líquido que no contiene mas sales de cal, se miden 40 cént. cúbicos de él y se anota el grado.

Por otra parte, se llena el balon hasta la señal circular, del agua que se quiere analizar, y se hierve suavemente por espacio de media hora con la lámpara de espíritu de vino para desprender el ácido carbónico y precipitar el carbonato de cal: se deja enfriar completamente, se restablece el volúmen primitivo del agua hervida, añadiéndole agua destilada hasta el nivel de la señal circular; en seguida y despues de cerrar el balon con un tapon, se agita el agua con el depósito que ha formado: por último, se filtra y se aprecia el grado de 40 cént. cúbicos de esta agua filtrada.

»En último lugar se toman 50 cént. cúbicos de esta misma agua hervida y filtrada y se le añaden 2 cént. cúbicos de oxalato de amoniaco que elimina la cal que la ebulicion no ha precipitado en estado de carbonato. Se agita con el tubo, se deja reposar, se filtra y se toman el grado de 40 cént. cúbicos del licor filtrado.

»Supongamos que se haya hallado:

1.° El grado hidrotimétrico del agua en estado natural. . . . . 25.°
2.° El grado del agua precipitada por el oxalato amónico. . . . 11.°
3.° El grado del agua hervida y filtrada. . . . . 15.°
4.° El grado del agua hervida, filtrada y precipitada por el oxalato de amoniaco.. . . . . 8.°

En primer lugar debe hacerse una correccion al tercer resultado para tener en cuenta el carbonato de cal que en razon de su solubilidad en el agua no se ha precipitado por la ebulicion (1). Esta correccion consiste en restar 3.° del número observado, es decir, en el ejemplo actual 3.° de 5.°, lo cual da 12.°

»Hecha esta correccion, he aquí como deben interpretarse los cuatro datos diferentes que suministra la esperiencia.

1.° El primero 25.° representa la suma de las acciones ejercidas sobre el

(1) Siendo el carbonato de cal un poco soluble en el agua, hace que esta última retenga á la témperatura ordinaria una proporcion que no puede despreciarse. M. Peligot cuya habilidad y exactitud son bien conocidas, la ha valuado en gr. 0 020 por litro empleando el mármol en polvo ó el carbonato de cal artificial. Ensayando con el hidrotimetro una disolucion de bicarbonato de cal que habiamos descompuesto por una larga ebulicion y filtrado, reconocimos que marcaba sensiblemente 3.° que representan por cada litro, 0,050 de carbonato de cal. Puede admitirse que en las condiciones de esperiencia en que hemos debido colocarnos, retiene el agua una proporcion de carbonato de cal superior la que puede disolver cuando hay que vencer la cohesion del mármol pulverizado: hemos admitido pues que las aguas cargadas de bicarbonato calizo retenian gr. 0,03 de carbonato por cada litro despues de una prolongada ebulicion y segun esta cifra hemos fijado la correcion de que se trata.

jabon por el *ácido carbónico*, el *carbonato de cal*, las *sales de magnesia* contenidas en el agua que se ensaya.

2.° El segundo, 11.° representa las sales de magnesia y el ácido carbónico que quedaban en el agua despues de la eliminacion de la cal: por consiguiente 25.°—11.°:=14.° *representan las sales de cal.*

3.° El tercero, 15.° reducidos á 12.° despues de la correccion representa las sales de magnesia y de cal además del carbonato.

25.°—12.°=13.° representan por consiguiente el *carbonato de cal* y el *ácido carbónico.*

4.° «El cuarto, 8.° representa las *sales de magnesia* contenidas en el agua y que no han podido precipitarse ni por la ebullicion ni por el oxalato de amoniaco.

Representadas las sales de cal y de magnesia las primeras por 14.°, las segundas por 8.° y el conjunto por 22.° es evidente que de los 25.° del agua en estado natural quedan 3.° para el *ácido carbónico.*

»En resúmen puede deducirse de las observaciones anteriores:

1.° Que el ácido carbónico, las sales de cal y de magnesia contenidas en un litro del agua examinada equivalen á . . 25.°

Que por consiguiente un litro de esta agua neutraliza 25 decígramos ó gr. 2,50 de jabon.

2.° Que las sales de cal equivalen á . . . . . 14 grados
3.° Que las sales de magnesia equivalen á 8
4.° Que el ácido carbónico equivale á 3
5.° Que equivaliendo el ácido carbónico á 3.° y el carbonato de cal y el ácido carbónico reunidos á 13.°, el carbonato de cal solo equivale á 13.°—3= 10
6.° Que equivaliendo á 14.° la totalidad de las sales de cal, y el carbonato de cal á 10; el sulfato de cal ó las demás sales de cal que hay además del carbonato equivalen á 14.°—10.°= . 4

Asi vemos que el agua examinada contiene:

1.° Acido carbónico libre. 3
2.° Carbonato de cal. 10
3.° Sulfato de cal, ó sales de cal además del carbonato. . . 4
4.° Sales de magnesia. 8

25 grados

»Por medio de la tablilla siguiente que indica el equivalente de un grado hidrotimétrico para 1 litro de agua de cierto número de cuerpos, es facil traducir estos grados en peso para las sales y en volúmen para el ácido carbónico. Basta para ello multiplicar el número de grados observados para cada cuerpo por el número correspondiente á 1.° hidrotimétrico de este cuerpo.

Tabla de equivalentes en peso de un grado hidrotimétrico para un litro de agua.

Cal.	1 grado.	— gr.	0,0057
Cloruro de calcio.	1	—	0,0114
Carbonato de cal.	1	—	0,0105
Sulfato de cal.	1	—	0,0140
Magnesia.	1	—	0,0042
Cloruro de magnesio. . . .	1	—	0,0090
Carbonato de magnesia. . . .	1	—	0,0088
Sulfato de magnesia.	1	—	0,0125
Cloruro de sodio.	1	—	0,0120

Sulfato de sosa.	1	—	0,0146
Acido sulfúrico.	1	—	0,0082
Cloro.	1	—	0,0073
Jabon á 30 por 100 de agua. .	1	—	0,1061
Acido carbónico.	1	—	lit. 0,0050

En el caso particular que hemos elegido suponiendo que la cal se halle en el agua en estado de carbonato y de sulfato y la magnesia en estado de sulfato, veremos que el agua analizada debia contener:

Acido carbónico libre. .	3 grados	=	3 × lit. 0,0050	=	lit. 0,015
Carbonato de cal. . .	10	=	10 × gr. 0,0103	=	0,103
Sulfato de cal. . . .	4	=	4 × 0,0140	=	0,056
Sulfato de magnesia. .	8	=	8 × 0,0125	=	0,100
					259

Hay que observar que siendo tan corta proporcion de ácido carbónico libre contenido en las aguas dulces, que 1.° de carbonato de cal equivale á gr. 0,01 de esta sal y que los números proporcionales de ella y de los sulfatos de cal y de magnesia no son muy diferentes unos de otros, el grado hidrotimétrico de una agua representa poco mas ó menos en general, el peso en centígr. de las sales térreas contenidas en un litro de este agua; de modo que si por ejemplo el grado hidrotimétrico de una agua es 25° puede admitirse *á priori* que el peso de las sales térreas que contiene no debe pasar de gr. 0,25. Esta preciosa coincidencia se ha demostrado por un gran número de análisis.

Determinacion de la proporcion de ácido sulfúrico contenido en las aguas en estado de sulfatos.

«Cuando se quiere conocer exactamente la proporcion de ácido sulfúrico contenido en una agua en estado de sulfatos, se investiga primero por medio del azoato de barita si el agua que nos proponemos analizar está enturbiada mas ó menos abundantemente por este reactivo; y si asi se forma una idea de la proporcion mayor ó menor de ácido sulfúrico que existe en esta agua. Operaremos en seguida del modo siguiente:

«Se toman 40 cént. cúbicos de agua y guiados por el ensayo anterior se le añaden por ejemplo 10.° de azoato de barita; es decir, 5,10 de cént. cúbicos de una disolucion graduada de azoato de barita equivalente á 20.° para 1 céntímetro cúbico (1). Siendo 20.° el grado hidrotimétrico del agua examinada, se agita la mezcla exactamente se deja depositar por 10 minutos, se filtra y se toma el grado hidrotimétrico del licor perfectamente claro. Supongamos que este grado sea 24; deduciremos que la barita precipitada por el ácido sulfúrico de los sulfatos contenidos en el agua corresponde á 30.° — 24° = 6°, — hidrotimétricos de los que no quedan mas que calcular el valor en ácido sulfúrico segun la tabla de los equivalentes.»

De las inscrustaciones en los conductos y aparatos de calefaccion de vapor.

Reflexionando sobre todo lo que hemos dicho anteriormente es imposible no conocer la importancia que tiene la análisis de las aguas potables y económicas: asi hemos creido útil demostrarlo estendiéndonos bastante sobre el *método hidrotimétrico* que sirve para obtener en el dia de un modo á la vez pronto y satisfactorio la composicion química de estas aguas.

(1) Esta disolucion se compone para el azoato de barita de gr. 2,14 de azoato para 100 de agua.

Por los resultados obtenidos se halla con facilidad como hemos podido convencernos que los ingredientes de estas aguas convienen ó no para la salud, que son propios para la digestion, útiles ó perjudiciales en muchas aplicaciones usuales, económicas é industriales, y podemos cerciorarnos de si estas aguas son convenientes para llenar las calderas de vapor de las fábricas, barcos de vapor y locomotoras. En efecto, se sabe con cuanta facilidad tanto las calderas como los conductos que las aguas se llevan tapizan frecuentemente y con prontitud de depósitos ó incrustaciones de grueso mas ó menos considerable y sabido es además que la formacion de estas incrustaciones puede tener consecuencias muy funestas muchas veces. Por ejemplo las aguas carbonatadas y sulfatadas calizas, y las que son parecidas al agua del mar, dan precipitados de este género, dejando separar materias que se reunen, se sueldan y producen capas espesas con frecuencia de algunas pulgadas que presentan una estructura verdaderamente cristalina.

Las concreciones de este género son muy comunes porque las aguas que generalmente se emplean contienen casi siempre bicarbonatos y sulfatos térreos que por la concentracion y el desprendimiento del gas carbónico se hacen insolubles ó poco menos: debe añadirse tambien que estas aguas aunque estén poco cargadas de semejantes sales acaban por producir masas de ellas por lo comun considerables á causa de las grandes cantidades de agua que se ponen en los aparatos de calefaccion. Es pues indispensable remediar estos inconvenientes muy graves, lo cual se consigue ya destruyendo estas concreciones, ya oponiéndose en cuanto sea posible á su formacion. En el primer caso se quitan algunas veces con ausilios de medios mecánicos, cuchillos y martillos, ó bien á imitacion de lo que propuso M. Darcet (1) para desembarazar los conductos de la calle Sain-Victor incrustados por el agua de Arcueil, introduciendo en ellos ácido clorídrico diluido: este ácido disuelve una parte de la costra caliza y contribuye á desprenderla por placas ó fragmentos que pueden en seguida romperse y quitarse con facilidad. En el segundo caso se trata de oponerse á la formacion de los depósitos y sobre todo á la adherencia de sus moléculas que da origen á las incrustaciones: á fin de llegar al objeto deseado se han propuesto una multitud de medios que nos contentaremos con indicar sin entrar en detalles que serian estraños á la especialidad de nuestra obra.

En los tubos ó conductos de fundicion las soldaduras de plomo que como se ha dicho anteriormente forman verdaderos elementos de pila determinan la descomposicion de los carbonatos ó silicatos calizos y ferrosos, y ocasionan la produccion de concreciones algunas veces tuberculosas, M. Mary habil ingeniero de puentes y calzadas de Paris, ha aconsejado para evitarlo sumerjir los tubos de fundicion despues de ensayados con la prensa hidráulica en un baño de aceite de lino litarjirizado y de cera amarilla (2) que esté á la temperatura de 100 á 150.° donde se dejan hasta que hayan adquirido esta misma temperatura. El agua de que puede estar impregnada la superficie de estos tubos lo mismo que la que se haya introducido en los poros de la fundicion se evapora necesariamente á esta temperatura de modo que los cuerpos grasos penetran hasta cierto punto la sustancia del tubo y ambas superficies se hallan recubiertas de un barniz graso que no tarda en secarse en contacto del aire. De este modo la esterior del tubo se halla preservada de la oxidacion que producen los tubérculos. A esto añadiremos que en el uso de este barniz graso puede haber la desventaja de que llenando las cavidades que presenta la fundicion en su superficie impedirá que el plomo

(1) *Journal de pharmacie*: 2.ª série 1826, tomo XII, pág. 306.
(2) *Dictionaire des arts et manufactures*, tomo II, pág. 3029, 1847.

se una tan intimamente con esta última como se verificaria si ambos metales formasen en todo un cuerpo.

Tambien se ha propuesto el uso de los tubos de vidrio y se han adoptado en algunas ciudades bastante distantes de las grandes fábricas de esta sustancia: la naturaleza de estos tubos se opone evidentemente á la formacion de tubérculos ferruginosos, pero son frágiles sobre todo en los movimientos del terreno. Con mas ventajas se han empleado los tubos de grés y muy probablemente tambien los llamados Chameroy, citados antes, que respecto de los de grandes dimensiones presentan sobre los tubos de fundicion una economia real de 30 á 40 por 100.

En las calderas de vapor se ha propuesto mezclar con el agua de alimentacion patatas raspadas, materias arcillosas, sustancias gelatinosas ó gomosas, jabon etc. que por una parte lubrifican las superficies, dividen los depósitos y por último dan á las moléculas una especie de untuosidad que se opone á su adherencia. Algunas veces muchas de estas materias, sobre todo el jabon hacen el agua viscosa ó espumosa y abren las válvulas. Se han indicado tambien como medio de dividir los depósitos, las torneaduras de cinc y de palastro, los fragmentos de vidrio ó igualmente el serrin de madera. Despues se han ensayado cocimientos astringentes ó bien los de leño campeche que forman lacas particulares con las sales terreas. Por último entre otros medios prescribe M. Kuhlman (1) los carbonatos alcalinos y M. A. Delondre el protocloruro de estaño: compuestos que obran quimicamente dando origen á sales por lo comun mas solubles. Todos estos medios no producen todavia un resultado completo, y respecto del agua de mar que hay que emplear en la alimentacion de las máquinas de los steamers y de los barcos de vapor, no se conocen aun buenos procedimientos para evitar la formacion de las concreciones á que da lugar. En el dia no obstante, se ha tomado la costumbre de limpiar frecuentemente las calderas cuando es posible y teniendo esta precaucion las incrustaciones son delgadas, poco adherentes y muy fáciles de quitar.

La consecuencia de todo es por lo tanto la utilidad de la análisis química para conocer bien la naturaleza de las aguas empleadas en los diferentes casos que acabamos de citar y tambien la de los depósitos cuando se han producido.

CAPITULO XIII.

De las aguas minerales artificiales.

El espíritu de investigacion que en todos tiempos ha obligado al hombre á imitar los productos naturales, no podia hacer que dejase de reproducir artificialmente estas aguas bienhechoras en las que desde algunos siglos antes, habia encontrado un alivio para sus enfermedades. Sin embargo, este descubrimiento es bastante moderno y apenas se remonta á mas de un siglo, puesto que data de la época en que la química analítica haciendo verdaderos progresos entró en una nueva via que en el estrangero debian ilustrar los Bergmann, los Scheele, los Priestley y tantos otros, mientras que en Francia parecian rivalizar con ellos en talento y gloria Lavoisier, Fourcroy y Berthollet.

Del agua gaseosa simple ó agua de Seltz artificial.

Como todas las cosas nuevas, ha habído una época en que han estado

(1) Fr. Kuhlmann. Esperiences chimiques el agronomique, 1847, en 8.° p. 193.

muy en boga las aguas minerales artificiales; pero en el dia se halla muy limitado la aplicacion de la mayor parte de ellas. Solo hay una, por decirlo asi, cuyo uso diario ha aumentado desde algunos años acá, y de la cual se hace un inmenso consumo, y es el agua acídula simple, impropiamente llamada *agua de Seltz*. Sobre ella por lo tanto, debemos fijar particularmente nuestra atencion. La preparacion de esta agua se ha llevado en la actualidad á sus últimos límites, pues apenas hay un fabricante que no haya introducído alguna feliz modificacion en los procedimientos primitivos: al hacer la historia de los diversos sistemas puestos en práctica en el dia, tendremos ocasion de hacer notar las numerosas mejoras introducidas en esta industria.

Pero antes vamos á echar una rápida ojeada sobre las diversas fases que ha debido recorrer antes de llegar al grado de perfeccion con que se conoce en nuestros dias.

Generalmente á Venel (1) se atribuye la primitiva idea de esta fabricacion habiendo establecido en 1750 los primeros fundamentos de ella y publicado su método en 1775. Este consistia en disolver en agua pura algunas sustancias capaces por su contacto de desprender un gas efervescente, que disolviéndose en el agua le comunicaba las propiedades que nos presentan las aguas acídulas naturales. Venel creia que este gas disuelto y del que segun él contenia el agua de Seltz cerca de $\frac{1}{5}$ de su volúmen, no era mas que aire condensado, y no habia sabido reconocer la verdadera naturaleza química de este compuesto. Sin querer disminuir el mérito del memorable descubrimiento del médico químico de Montpellier, diremos, sin embargo, que si se dá crédito á los autores que han escrito en esta época sobre el mismo asunto, hay otros que tambien tienen derecho á este mismo descubrimiento. Asi Priestley en una gran obra sobre las diferentes especies de aire, refiere que (2) desde 1763 habiendo observado la considerable cantidad de aire fijo que se desprendia en una cervecería en la superficie de las cubas en fermentacion, espuso vasijas poco profundas y llenas de agua, las cuales no tardaron en saturarse de este gas.

Bergmann (3) dice á su vez que preparando el aire fijo (ácido aéreo, ácido carbónico) le hacia atravesar por frascos de locion, á fin de privarle de los cuerpos estraños que podria arrastrar, y que el agua de estos frascos se cargaba de este aire fijo, y adquiria así un sabor agrio, picante, enteramente particular. Este es, dice, el principio característico de las aguas acídulas frias, y asi aconseja este método para obtener las aguas artificiales de Seltz, de Spa, de Pyremont y otras; pero en estos diversos trabajos emprendidos con la sagacidad y habilidad con que lo ha hecho uno de los mas grandes químicos del pasado siglo, repetia que un agua artificial no debe reputarse buena ni bien hecha, sino en tanto que tiene estas diversas propiedades.

Por consiguiente, Bergmann fué el que dió á conocer especialmente la naturaleza del gas contenido en las aguas artificiales y acídulas: sin embargo, deberemos decir que los trabajos de sus contemporáneos Black (4), Pries-

(1) *Memoires presentes á l' Academie de sciences de Paris par des savants etrangers* tomo II, p. 55, 60, 337— Lavoisier — Opúscules chimiques et physiques, 2.ª edic. 1801, p. 32.

(2) Priestley. *Esperiences et observations sur differentes especes d'air*, trad. por Gibelin. Paris 1777, tomo III, p. 77-89 en 12.

(3) Bergmann. *Opuscules chimiques et physiques*, trad. por Guyton de Morveau. Dijon 1780, t. 1, p. 6.

(4) Black. *Lectures on the elements of chemistry*, trad. por John. Robison. Edimburgo, en 4.° 1803, tomo II, p. 59.

tley (1), el duque de Chaulnes (2), Rouelle el jóven (3) contribuyeron mucho á dilucidar esta cuestion. Un siglo antes, Van Helmont (4) habia hecho notar perfectamente la diferencia que existe entre el aire atmosférico y el aire fijo, y en su análisis del agua de Spa, hizo ver de un modo manifiesto y preciso, que el gas que le dá esta acidez y que se desprende continuamente, no es mas que gas silvestre.

No se habian publicado sobre este interesante asunto mas que notas y memorias diseminadas en las diversas colecciones científicas de esta época, cuando Duchanoy, doctor regente de la facultad de medicina de Paris, dió á luz en 1780 su obra titulada *Ensayos sobre el arte de imitar las aguas minerales*.

En Génova se estableció la primera fábrica de aguas minerales artificiales: un farmacéutico de esta ciudad, M. Gosse, habia fundado allí un gran establecimiento, puesto que cada año despachaba cerca de 40,000 botellas de agua de Seltz. En 1798 su antiguo asociado Paul puso un establecimiento semejante en la casa de Uzés, calle de Montmartre. Aquí se fabricaban no solo las principales aguas de Francia, sino tambien muchas estrangeras, como, por ejemplo, las de Nápoles. Generalmente habia ocho preparadas, que eran las siguientes:

1. Agua de Seltz.
2. Agua de Spa.
3. Agua alcalina gaseosa.
4. Agua de Sedlitz.
5. Agua oxigenada (que contiene $\frac{1}{2}$ vol, de oxígeno).
6. Agua hidrogenada (que contiene $\frac{1}{3}$ vol. de hidrógeno).
7. Agua hidrocarbonatada.
8. Agua sulfurosa.

El hermoso establecimiento de Paul Tryaire y Jurine gozó por mucho tiempo de gran reputacion (5); despues se establecieron otras fábricas y entre ellas la de Gros-Caillou fundada en 1821 por MM. Planche, Boullay, Boudet, Cadet y Pelletier.

Desde esta época aumentó todavía mas su número, y en nuestros dias ha tomado el comercio de aguas gaseosas una considerable estension.

Despues de esta ojeada general, y antes de ocuparnos de los diversos medios empleados para obtener las aguas minerales artificiales, debemos hablar especialmente de los procedimientos practicados mas generalmente ara hacer el agua *gaseosa*.

Sentemos ante todo, como principio, que para esta preparacion se han seguido dos grandes métodos. El primero consiste en poner en el agua una mezcla de sustancias, que en su presencia deben dar orígen á ácido carbónico, que se disuelve en la misma; el segundo tiene por objeto disolver en agua pura ácido carbónico tambien puro y producido en un aparato aparte.

(1) Priestley. *Des diferentes especes d' air*. Paris 1777, t. III, p. 280.
(2) Journal de physique, 1777, p. 287.
(3) Lavoisier. *Opúscules enemiques et physiques*: segunda ed. 1801, p. 157.
(4) Van Helmont. *Hortus medicinae de Lithiasi*. Lugduni, 1716 en fol.
(1) V. si se quieren mas detalles el *Rapport des citoyens Portal, Pelletan, Fourcroy, Chaptal y Vauquelin sur les caux artificidles des citoyens Paul Tryaire et comrpagnie*, año VIII, 1799, en 4.°

Primer método.

El primer método es ya antiguo. Monet (1) hacia uso de él tratando el tártaro por el ácido sulfúrico. Hulme seguia una marcha casi semejante; hacia una mezcla de dos soluciones, una que contenia el álcali fijo (carbonato alcalino), otra ácido sulfúrico. Como es fácil ver, este principio no es mas que el que se sigue en el dia, ya en la preparacion de la pocion antiemética de Riviero, ya en la del agua de Seltz por los polvos de Fevre y otros, polvos que no son mas que ácido cítrico ó tártrico por una parte, y carbonato de sosa por otra.

Se comprende que el gran inconveniente de estas aguas consiste en la introduccion de sales alcalinas en la misma agua mineral, sales que frecuentemente, dan precipitados purgantes. No entraremos en mayores detalles sobre esto, y llegaremos en seguida á la preparacion en grande del agua de Seltz para describir despues los aparatos, con los cuales se fabrica en nuestras mesas de un modo fácil y económico.

La primera condicion que exige esta clase de preparacion consiste en la pureza del agua. Es conveniente no emplear mas que agua clarificada sobre capas de arena y de carbon. Ademas siempre que sea posible debe rechazarse el uso de llaves y tubos de cobre ó de plomo, que puedan llevar al agua productos tóxicos.

En cuanto al ácido carbónico, se prepara de diversas maneras; unas veces por la calcinacion de los carbonatos térreos, y otras, que es lo mas frecuente, por la reaccion de un ácido sobre un carbonato. El carbonato de cal en razon de su módico precio, merece la preferencia, y además porque es muy abundante en casi todas partes, lo cual hace que segun las localidades se emplee la creta lavada, la caliza ó el mármol. Esta última sal tiene una gran ventaja que indicó hace tiempo el doctor Franklin (2), y es que en presencia de los ácidos, la efervescencia á que dá lugar es menos tumultuosa y se efectúa con mas lentitud y regularidad. Por otra parte, el mármol se pulveriza con menos facilidad, asi es que frecuentemente se usa el producto llamado vulgarmente *blanco de España*, y que con tanta facilidad se encuentra en el comercio en forma de panes redondeados. Este producto no es mas que creta pulverizada, lavada y desecada, á la cual se dá esta forma particular: lavándola pierde el olor arcilloso que presentan comunmente las cretas de Meudon y de Troyes en Champagne. Segun los aparatos que se emplean, se dá la preferencia al ácido clorídrico ó al sulfúrico: pero como en su desprendimiento arrastra el gas con frecuencia algunas particulas de ácido ó de materias estrañas que podrian manchar el producto, es indispensable lavar el gas antes de disolverle.

Segundo método.

El segundo método se funda en dos sistemas. Unas veces el gas producido aparte llega al agua y la satura por su propia presion: este es el que se ha empleado en los diversos sistemas que aconsejan MM. Vernaut y Barruel, Savaresse, Ozouf, Gaffard: otras veces una bomba aspirante é impelente toma el gas en un gasómetro en que está á la presion ordinaria, y le comprime en seguida en otro depósito cerrado y lleno de agua, como se ha realizado en el sistema de Ginebra y en el de Bramah.

(1) Monnet. *De la disotution de metaux*. Paris 1775, p. 13 en 12.
(2) Priestley. *Essai sur differentes especes d' air loc. cit.* tomo III, p. 117.

Nos detendríamos demasiado mencionando todos los aparatos mas ó menos ingeniosos que sucesivamente se han propuesto para la preparacion de las aguas acídulas: diremos únicamente que muchos autores recomendables, Parker, Nooth, de Vignes, Wolf, Welter, Brugnatelli, Berthollet, Gilbert, Fierbungers y otros aconsejaron varios, contentándonos aquí con examinar los que merecen con razon la preferencia, y con hacer ver cuáles son las mejoras sucesivas que han hecho tan general su uso. Al mismo tiempo insistiremos acerca de los medios que en el dia se han propuesto para hacer funcionar de un modo continuo algunos aparatos que al principio lo hacian con intermitencia, y por consiguiente que daban en el mismo tiempo una cantidad mucho menos considerable de agua gaseosa con una pérdida obligada de una porcion de ácido carbónico.

Aparato de Duchanoy.

En el capítulo que consagra á las aguas acídulas gaseosas, indica Duchanoy (1) para su preparacion el siguiente procedimiento. Hé aquí en qué consiste el aparato cuyo uso propone: es de los mas sencillos, y se compone en primer lugar de un frasco de dos bocas, en el que se prepara ácido carbónico por la reaccion del aceite de vitriolo muy diluido sobre creta en polvo. Este gas se conduce á un frasco lleno de agua, ó tambien á un gran tonel cuando se quiera obtener una cantidad mas considerable de líquido. La disolucion se favorece por una repetida agitacion varias veces. Por este medio no se obtienen empero mas que cantidades pequeñísimas de agua gaseosa y aun esta última poco cargada de gas.

Aparato de Planche.

El aparato de Planche es de uso limitado (2): únicamente se emplea cuando se quieren tener pequeñísimas cantidades de agua gaseosa. En primer lugar se compone de un frasco tri ó bitubulado en el que se produce el ácido carbónico por los procedimientos ordinarios, por la boca central pasa un agitador rodeado de una vejiga fija sólidamente por sus dos estremidades, lo cual permite que este agitador se ponga fácilmente en movimiento. El gas desprendido se lava en un segundo frasco tambien de dos bocas, y despues llena una vejiga que tiene una pieza metálica provista de una llave que permite que se ajuste vacia sobre el frasco. Cuando la vejiga se llena, se cierra la llave y se ajusta entonces esta porcion del aparato bajo una bomba de compresion, que se compone de una vasija cilíndrica de cobre estañado que tiene una llave en su base, á la distancia de un centímetro encima de la llave se suelda un diafragma igualmente de cobre estañado, y provisto de un gran número de agujeros muy finos. En la parte superior están dispuestas tres aberturas; en la primera se ajusta un manómetro, la segunda, que tiene un pequeño tubo de llave, se termina en lo interior del cilindro por un tubo que llega debajo del diafragma, y al que se atornilla segun se desee una bomba impelente. Por último, la tercera tiene otro pequeño tubo de llave, al que se adapta una vejiga llena de gas carbónico.

Para hacer funcionar al aparato, he aquí como debemos conducirnos: se le llena de agua por el tubo del medio, antes de ajustar la bomba y en seguida se adapta la vasija llena de gas carbónico, y por la llave inferior se

(1) Duchanoy. *Essai sur l' art. d' imiter les eaux minerales*, p. 34. Paris 1780, en 12.
(2) L. A. Planche. *Notice sur les eaux minerales acidules artificielles et description d' un appareil à compresion pour les preparer*. Paris 1810, foll. en 12.

deja escapar cierta cantidad de agua reemplazada por el gas. Se cierra la llave, se adapta una nueva vejiga llena de gás á la bomba que á su vez se atornilla y por medio de ella se comprime el gas que penetra bajo el diafragma y se divide allí como si pasara por una criba. Se repite esta operacion varias veces empleando cierto número de vejigas llenas de ácido carbónico hasta que se haya cargado el agua de la cantidad de gas que se desee.

La condensacion del ácido carbónico, es tánto mas rápida, cuánto menos elevada sea la temperatura del líquido y la del aire esterior: es pues ventajoso operar en un parage fresco, y suspender el juego de la bomba de cuando en cuando para evitar un desprendimiento de calor escesivo. Durante estos intervalos se agita el agua para hacerla absorver el esceso de ácido que no se ha condensado en la primera fase de la operacion.

Antes de terminar cuanto se refiere al procedimiento de Planche, daremos la descripcion de la llave por cuyo medio introducia el agua acídula en las botellas. Esta llave que puede componerse de una ó dos piezas está terminada por un tubo cuya curvatura entra en un doble canal de forma cónica dentado en su base. En cada uno de los ángulos entrantes de los dientes se halla practicada una aberturita que corresponde á una válvula colocada en la parte superior. En la parte inferior de la llave se coloca un tapon de corcho agujereado en el sentido de su longitud y que termina en forma de cono truncado para que pueda ajustarse á los golletes de las botellas de distintos diámetros. Se abre la llave, el líquido penetra en la botella y desaloja el aire que contenia, que se escapa por la válvula. Cuando la botella está llena, se la tapa inmediatamente con un buen corcho que se asegura y se la cubre bien lacrándola ó con una cápsula metálica como veremos mas adelante.

Aparato de Vernaut y Barruel. (1)

Se compone de un tonel de cobre muy resistente y en cuya parte superior hay varias aberturas; por la primera se echa creta diluida con agua; en la segunda se coloca un manómetro encorvado, en la del medio se ajusta por medio de una llave una bola de cobre grueso forrada de plomo por su interior. Esta bola contiene ácido sulfúrico que se echa por la llave anterior, la cual debe ser de plata, pero como se ha observado que esta se gasta rápidamente por el contacto del ácido, se ha propuesto, con razon, reemplazarla por un obturador de vidrio que pueda establecer ó interceptar la comunicacion entre el recipiente y el tonel. Al caer el ácido sobre la creta la descompone, y por medio de un agitador se activa esta reaccion. El gas se desprende entonces y pasa á dos frascos de locion de los que el último comunica á su vez con un cilindro de cobre estañado que se llena de agua por la abertura que tiene y que se puede vaciar por medio de una llave. Este cilindro es de dimensiones bastante considerables, puesto que puede contener hasta 120 litros de líquido y oscila fácilmente por medio de dos ejes sostenidos por un caballete de madera resistente. Cuando el gas lavado y purificado llega al cilindro, se levanta este por medio de un asa que tiene y se le hace oscilar para obtener una disolucion todavía mas rápida. Por medio de un tubo de llave que sale de este cilindro, llega el líquido á una botella que debe en seguida taparse y cerrarse como veremos mas adelante. Los tubos que sirven para unir entre sí las diversas partes del aparato, son generalmente de goma elástica vulcanizada. (1) Por último, añadiremos que

(1) *Bulletin de la societé d' encouragement*, 1828, p. 22. 23 y 24.

los frascos de locion, lo mismo que el cilindro productor del gas, van provistos de tubuladuras en su parte inferior á fin de que se pueda vaciarlos sin desmontar enteramente el aparato.

Aparatos de Savaresse.

El aparato construido por M. Savaresse, se recomienda por muchas cualidades importantes: no es de dimension considerable y puede funcionar fácilmente en un pequeño espacio; además está construido de manera que haga imposible toda esplosion: la cantidad de gas producido se conoce de antemano y no puede ser demasiado escesiva porque en este caso el aparato no podria marchar sin que se quitase la parte escedente: por último, el mismo aparato presenta una resistencia diez veces mayor que la del gas que se produce en su interior.

Tambien se verifica la reaccion por la descomposicion del carbonato de cal por medio del ácido sulfúrico. Se opera del siguiente modo en el aparato. En una vasija metalica, generalmente de plomo y de forma esférica, se echa por su tubuladura una cantidad de ácido sulfúrico diluido en agua y en frio porque la accion que sobre el metal puede ejercer es en este caso menos sensible. Esta vasija está provista de un agitador que se pone en movimiento por medio de una cigüeña, y termina en una columna hueca y gruesa cerrada por su parte superior con un tapon y separada de la vasija esférica por una especie de pieza ó espita que retiene momentáneamente el carbonato de cal y le impide llegar hasta el ácido. En efecto, en esta columna se coloca formando cartuchos de papel el carbonato de cal que se destina para la obtencion del gas carbónico. Hay además dos cilindros de locion con sus correspondientes llaves; en el primero, que es el menor, se ponen cerca de 10 gram. de carbonato de sosa y despues se media de agua: en el grande se pone agua en las mismas proporciones, de modo que el aire encuentra encima de cada uno de ellos suficiente espacio vacio para verificar con facilidad su desprendimiento. Es urgente cambiar todos los dias el agua de este segundo cilindro, que lleva en su parte superior un manómetro. En seguida está colocado el cilindro saturador que oscila sobre dos cajas llenas de estopas, y de este modo no da ningun movimiento de torsion á los tubos conductores. En este cilindro se introduce el agua, ya por una abertura colocada en el centro en ciertos aparatos, ya por otra practicada en un estremo abriendo la llave que tiene.

Dispuesto todo así, se deja caer un cartucho en la esfera dando una vuelta á la espita y en seguida poniendo en movimiento la cigüeña se desgarra el cartucho; el carbonato de cal queda en contacto con el ácido sulfúrico; se desprende el gas y atraviesa en la parte superior del tubo un diafragma de franela que hace veces de filtro y retiene la espuma blanca que en ciertos casos se manifiesta con mucha abundancia por la reaccion del

(1) En el dia se emplean con menos frecuencia los tubos de goma elástica vulcanizada que presentan algunos inconvenientes para la preparacion de que hablamos: y son en primer lugar el olor sulfuroso que desprenden y que puede influir sobre la cualidad del agua de Lettz y despues su facil alteracion: porque usándolos algun tiempo se hienden con facilidad y se vuelven quebradizos. Los tubos mas á propósito para esta clase de esperiencia son los de estaño y estos son los que generalmente hemos visto mas en las fábricas de M. Savaresse.

ácido sulfúrico sobre el carbonato de cal. Como al principio de la esperiencia hay aire en el aparato, principalmente en los espacios vacios de los cilindros de locion, es conveniente en este caso abrir por algunos segundos la llave y un poco la cubeta manométrica y el aire se escapa por una abertulita destinada á este efecto. Volviéndola en sentido contrario llega el gas al cilindro. Entonces se abre la llave á fin de sacar cerca de dos litros de agua; entra el gas con mayor abundancia y es mas fácil agitar esta: además no hay que temer la presencia en el líquido de cierta cantidad de aire atmosférico que seguramente perjudicaria á la saturacion. Cuando llega el gas al cilindro, se mueve este dejando en los primeros momentos de la operacion un corto intervalo y el ácido carbónico se disuelve entonces con gran rapidez como indica el manómetro. Despues que el agua está casi saturada no sucede lo mismo y se pueden multiplicar sin temor el número de oscilaciones. Diremos tan solo que cada oscilacion debe hacerse bruscamente, á fin de que el agua caiga lo mas rápidamente posible de alto abajo en el cilindro.

Por último, cuando el manómetro marca 8 atmósferas, á pesar de las reiteradas oscilaciones del cilindro, podemos estar seguros de que el agua se halla saturada, y de que se puede proceder á embotellarla. Mas adelante veremos como se ejecuta esta operacion con tal aparato.

Los tubos y la llave que comunican con el generador esférico, sirven para dejar correr las materias despues de la operacion.

El aparato de Savaresse tal como le acabamos de describir, puede ya servir para preparar las aguas artificiales gaseosas en cantidades bastante considerables; pero presenta todavía un inconveniente, y es el de no funcionar continuamente. Con objeto de remediarle, el hábil constructor que acabamos de citar, ha ideado un aparato que tiene la ventaja de funcionar sin interrupcion. Su construccion es bastante análoga á la del aparato simple, solo que la capacidad del recipiente destinado á producir el ácido carbónico, se ha aumentado de modo que puede contener 4 kilógramos de ácido sulfúrico y otro tanto de carbonato de cal (creta). En la mesa que sostiene las diversas piezas del aparato se ha añadido un segundo cilindro independiente del primero.

Ambos cilindros reciben el gas por medio de columnas unidas entre sí por un tubo de estaño que pasa por la mesa. Se opera alternativamente con uno ú otro de estos cilindros, del mismo modo que con el aparato simple, y no se pierde mas tiempo que el que es necesario para volver á cargar el recipiente.

Cuando el agua de un cilindro está suficientemente saturada se coloca este último (sea por ejemplo el de la derecha) en posicion boca abajo, despues se abre la llave á fin de que pueda salir el agua para embotellarla. Despues que el cilindro está vacio se le vuelve, lo cual permite llenarle fácilmente. Esta operacion se ejecuta en cerca de diez minutos por medio de una bomba bastante suave colocada sobre el banco del aparato. Al segundo cilindro se ajusta un manómetro.

A este aparato contínuo se ha adaptado otro de embotellar, que es el de Stevenaux ó de Vieil-Cazal: pueden ponerse á la vez varios que se adaptan á los tubos: en este último caso, el tubo conductor, en vez de partir de las llaves, se ajusta á una pieza, que adherida al banco entre los dos cilindros, se abre para comunicar alternativamente con cada uno de ellos. Segun se opere con tal ó cual cilindro, se cerrarán ó abrirán, como se quiera, las llaves. Estas dos llaves sirven igualmente para establecer ó

interrumpir la comunicacion entre los cilindros y el tubo, que, partiendo de la bomba, conduce el agua que se quiere saturar.

Aparatos de Ozouf (1)

Este aparato, que tiene alguna analogía con el de M. Cameron, (2) está construido del modo siguiente. En lo interior de un cilindro metálico se produce el gas carbónico por la reaccion del ácido sulfúrico sobre el mármol ó la creta, este ácido contenido en una vasija de plomo colocada en la parte superior del cilindro, cae por una válvula sobre el carbonato calizo que está en la parte inferior. La reaccion se facilita por medio de una cigüeña que pone en movimiento un agitador provisto de paletas: el gas se desprende, pasa á un deposito de locion interior, y llega así atravesando el pedestal que une las dos partes del aparato á la porcion superior. Esta última se compone de una bola de cobre formada por dos hemisferios perfectamente estañados por su interior, y que cada uno presenta un reborde rebajado, de modo que forma una reunion hermética sostenida fuertemente por dos círculos de hierro y por dos clavijas atornilladas.

La esfera tiene por una parte un manómetro que indica la presion, y por otra un tubo de vidrio hueco que comunica con la bola por su parte inferior, y marca por la altura del agua que contiene el nivel del líquido en la bola. Con la cigüeña se pone tambien en movimiento un agitador que bate el gas en el agua y facilita su disolucion. Sobre el pedestal se ajusta el conducto provisto de una llave, por el cual debe salir el agua gaseosa. Despues de estos detalles preliminares, veamos cómo deberemos conducirnos para llenar una botella: se coloca sobre una rodaja de madera que se sube ó baja, segun se quiera, por medio de un pedal. Esta botella va cubierta con una especie de armadura metálica, que en caso de esplosion, si la vasija es poco resistente, pone al operador á cubierto de los pedazos de vidrio. El gollete de la botella está en comunicacion con el tubo, por el cual se echa el agua gaseosa, abriendo la llave. Cuando está llena la botella, se tapa rápidamente con la máquina de tapar, que se mueve por medio de una palanca. En los aparatos que están bien dispuestos, se llena de agua la bola por medio de una bomba, de modo que si queda gas procedente de la operacion anterior, no se pierda y se disuelva inmediatamente en el agua. Cuando no existe esta bomba, hay que temer que se desperdicie algo, porque entonces es preciso volver á cargar la bola por la abertura establecida en su parte superior, y que puesta en comunicacion con el aire, deja escapar el esceso de gas. Una de las grandes ventajas de este aparato, es el poco sitio que ocupa; en efecto, basta el espacio de dos metros de altura y uno de ancho para que quepa con holgura.

Ademas de este aparato, M. Ozouf que ha estudiado tan profundamente cuanto se refiere á esta industria, ha introducido nuevas mejoras en su método, que en el dia nos parece que ha llegado á un grado estremo de perfeccion. Vamos á esponer en pocas palabras estos diversos perfeccionamientos.

El primero constituye lo que M. Ozouf llama el aparato *continuo*, y resuelve perfectamente este problema: *obtener la mayor cantidad de producto en el mas corto volúmen y en el menor tiempo posible.*

Este aparato se compone de una ó varias bombas que sirven para surtir

(1) Ozouf. *Bulletin de la societé d' encouragement*, 1850, p. 85, 137, 205, p. 1142.
(2) Cameron. *Bulletin de la Societé d' encouragement*, 1855, p. 145, p. 275.

continuamente el depósito de agua, á medida que se saca el agua gaseosa. Las bombas se ponen en movimiento por medio de una máquina de vapor de la fuerza de uno ó dos caballos, que al mismo tiempo sirve para mover el agitador destinado á favorecer la disolucion del gas en el agua. En cuanto al ácido carbónico viene de un gasómetro colocado aparte.

Con el nombre de *aparato intermitente contínuo* ha construido otro M. Ozouf, que tiene por sí solo las únicas ventajas reconocidas en los aparatos continuos propiamente dichos; es decir la no solucion de continuidad en el trabajo, y las de los aparatos intermitentes: á saber, la completa saturacion del agua por el ácido carbónico.

Este aparato se compone:

1.° De dos cilindros productores de ácido carbónico.

2.° De dos cilindros de locion, donde se depura el gas.

3.° De una columna que lleva un recipiente esférico de cobre y una bomba de alimentacion aspirante é impelente, y de un volante.

4.° Por último, de todos los demas accesorios de fabricacion, tales como agitadores, manómetro, nivel de agua, válvula de seguridad, etc.

Tambien aquí funciona la bomba simultáneamente con el agitador, y los cilindros productores solo dan gas alternativamente; cuando el uno funciona se carga el otro y recíprocamente; no hay pues ninguna discontinuidad en el trabajo.

Nos quedan todavía que decir dos palabras acerca de otras dos mejoras debidas á el mismo autor; la primera consiste en hacer pasar por un refrigerante de agua fria, por ejemplo de pozo, el agua y el gas antes de que llegue á la esfera de cobre: esta última es necesaria, sobre todo cuando se fabrica en verano, porque la propiedad que tiene el agua de absorber el ácido carbónico está en razon inversa de la cantidad de calor que contiene: se saturará, pues, tanto mejor cuanto mas baja sea la temperatura.

La última se funda en el uso que se hace del ácido carbónico que queda en los sifones despues que se ha quitado el agua. Por medio de una ingeniosa llave, cuando se llenan los frascos de agua gaseosa se los pone en comunicacion con un cilindro que recibe el esceso de ácido carbónico que reemplaza el líquido. El gas pasa en seguida al gasómetro.

Con el aparato de M. Ozouf pueden llenarse, ya botellas comunes, ya las botellas mecanizadas de que es inventor, y cuya descripcion es la siguiente:

La *botella mecanizada* de M. Ozouf va provista de una armadura de estaño que tiene un boton y un tubo que termina en forma de pico. Esta armadura entra á frote en un anillo de goma elástica, de que va provisto el interior del gollete de la botella. Un resorte pequeño de cobre comunica por una parte con el boton, y por otra con otro boton de goma elástica que se aplica herméticamente sobre la cápsula de estaño: cuando se aprieta el boton, se abre la comunicacion y el líquido sale por el tubo que termina en forma de pico. El inconveniente que presenta esta botella es que se necesita tenerla boca abajo para que salga el líquido, lo que no sucede con el sifon de Savaresse.

Cuando con el aparato de Ozouf se quiere llenar una botella mecanizada, se reemplaza la pieza que sirve para taparla con una llave apropósito. Colocada la botella como en la operacion anterior sobre la rodaja que juega por medio de la válvula, se apoya sobre esta última hasta que el gollete venga á apoyarse contra los redondeles de ante que cubren lo interior de la varilla colocada en la parte inferior de esta llave. Pero al mismo tiempo se comprime suficientemente el tapon para dar entrada al líquido gaseoso. Se abre la llave del aparato; entra el agua en la botella, pero bien pronto el aire interior demasiado comprimido, ejerce presion á su vez é impide que se llene la vasija: entonces, por medio de un tapon lateral colocado al lado de la llave de

llegada, se da salida al aire interior y repitiendo dos ó tres veces esta maniobra se llena completamente la botella.

Aparato Gaffard (1).

Hemos dicho que el carbonato calizo era la sal mas empleada para la preparacion del agua de Seltz en grande, pero no es el único; así el bicarbonato de sosa se ha utilizado igualmente en esta industria, y principalmente por M. Gaffard, farmacéutico de Aurillac, que ha construido tambien un ingenioso aparato, sobre el cual diremos algunas palabras. Este aparato se funda en el principio aplicado por Thiloriér en sus escelentes investigaciones sobre la liquidacion y solidificacion del ácido carbónico, es decir, que funciona por la accion moderada del ácido sulfúrico sobre el bicarbonato de sosa.

Las partes esenciales son, un cilindro recipiente colocado sobre dos montantes de fundicion ó de madera por medio de dos ejes, sobre los cuales se le puede hacer oscilar por medio de una palanca. Los mismos montantes están fijos sobre una mesa. En la parte inferior del recipiente hay una abertura por la cual se introduce el líquido que se quiere sobresaturar de gas.

Veamos ahora cómo debe hacerse funcionar el aparato. Se empieza por volver el recipiente de modo que la abertura quede en la parte superior, y quitada la tapa se ve que el recipiente está formado de dos cavidades concéntricas: la mas esterior, está destinada á contener el agua que se quiera saturar: la interior, llamada *conductor*, es de cobre. Un cilindro de plomo en el cual debe producirse el ácido carbónico cuando se endereza el aparato, y que lleva el nombre de generador, entra libremente en el conductor: entre estos dos cilindros pasa el gas carbónico para llegar al agua que debe saturar. En el cilindro generador se coloca, en primer lugar un primer vaso de plomo que ocupa cerca de la mitad de su altura. Este vaso contiene ácido sulfúrico, y en su parte superior está provisto de una válvula, que cuando se vuelve el cilindro, ocupa el fondo de este primer vaso y permite que corra el ácido. Encima de este vasito se coloca otro que le sirve de tapa y que se llena de bicarbonato de sosa. De distancia en distancia lleva unos agujeritos para que pueda salir el gas.

Un accesorio del aparato, y que no debe despreciarse, consiste en una botella de hoja de lata cuyo uso veremos bien pronto.

Para hacer funcionar el aparato, se llena de agua la porcion esterior del recipiente, despues se colocan en el generador los vasitos de plomo, cargados como hemos dicho. Se saca entonces por medio de la botella sifoide, colocando la estremidad del tubo en la abertura una cantidad de agua bastante para llenarla. En seguida se tapa el aparato con tornillos apropósito, y despues se vuelve rápidamente, colocándole en la posicion anterior. Se adapta entonces por medio de un pedal sobre el cono que sirve para embotellar, la botella sifoide llena de agua. Este cono de embotellar comunica con dos llaves, una que conduce el agua gaseosa á la botella, mientras que la otra da salida al aire que contiene esta última y le lleva otra vez á la parte superior del recipiente. El aire contenido en el aparato es desalojado por el ácido carbónico, que se desprende y arroja tambien delante de sí el agua de la botella sifoide. Cuando todo el líquido ha salido por el tubo y el gas á su vez empieza á desprenderse, se cierra bruscamente la llave, se quita la botella sifoide y se pro-

(1) *Fabrication des eaux gazeuses et vins mousseux au moyen de l' appareil Gaffard*, 1.ª ed. Paris. Clermont-Ferrand. 1857, foll. en 8.º

dicen por algunos minutos ligeras oscilaciones, procediendo en seguida a embotellado.

En su último aparato, ha añadido M. Gaffard una especie de puente ó estribo metálico que se levanta y se baja segun se quiera. Cuando está levantado, el aparato permanece fijo y la palanca puede jugar fácilmente.

El embotellado, se hace cubriendo la botella con una especie de casco metálico protector. Abriendo las dos llaves, de las que una conduce el agua gaseosa y la otra da salida al aire, se llena la botella: despues, por medio de una palanca, se mete suficientemente el tapon colocado de antemano en la horquilla que cubre el gollete. No hay mas ya que sujetar el tapon de la botella por uno de los procedimientos seguidos en este caso.

Aparato de Ginebra.

Llegamos ahora al segundo sistema, es decir, á aquel que tiene por objeto sacar de un gasómetro el ácido carbónico gascoso que se hará llegar en seguida al agua en que se disuelve. Hemos dicho que dos aparatos funcionan de esta manera el de Ginebra y el de Bramah.

El primero se estableció al principio en Ginebra y despues en París en el establecimiento de Tryaire, y desde esta época lleva el nombre de *aparato de Ginebra*: es bastante complicado, y se compone de cuatro partes esenciales: 1.° de un aparato productor de ácido carbónico: 2.° de un gasómetro: 3.° de una bomba aspirante é impelente: 4.° de un recipiente que contenga el agua que se quiera cargar de gas.

Cuando se usa mármol y ácido clorídrico, se opera en un frasco de dos tubuladuras superiores y una inferior con una llave: esta última y una de las primeras comunican con una dama juana ó castaña en la cual, se pone mármol. Abriendo la tubuladura inferior, cae poco á poco el ácido que descompone el carbonato de cal y deja en libertad el gas. Este último, por la boca del tercero pasa á un tonel en el que se lava en el agua. La comunicacion establecida entre la dama juana por la tubuladura del medio y el primer frasco, mantiene en este último una presion constante y uniforme.

Por el contrario, si el gas se prepara por la accion del ácido sulfúrico sobre la creta, se tomará una vasija de plomo con una abertura lateral, por la cual se introduce la mezcla de creta pulverizada y de agua, formando una papilla muy clara. Esta vasija lleva encima otra igualmente de plomo y que contiene ácido sulfúrico: un tubito provisto de una llave permite echar poco á poco el ácido. Además un tubo lateral los pone en comunicacion, de modo que la presion sea siempre la misma.

Un agitador provisto de un manubrio y armado de paletas atraviesa perpendicularmente esta vasija y sirve por su agitacion para desprender el ácido carbónico; por último, este gas viene á lavarse en el tonel, de donde pasá á un gasómetro cubierto con una campana de cobre estañado, y sostenido por un contra peso, que por medio de una polea hace que esta campana permanezca en posicion vertical, permitiendo que se levante y baje segun se quiera. La campana lleva en una de sus paredes una escala graduada que indica el volúmen de gas desprendido.

Por último, hay un tonel de cobre muy resistente y bien estañado por su parte interior, que tiene tres aberturas: una en el centro, bastante ancha para llenarlo de agua; otra segunda donde entra un tubo que comunica con una bomba aspirante é impelente, que á su vez está tambien en comunicacion con el gasómetro; por último, en la tercera se pone un manómetro que sirve para dar á conocer la presion. En lo interior del tonel funciona un agitador provisto de paletas, que sirve para batir el agua impregnada de gas, y para

obligar á este último á que se disuelva. Por último, á una de las paredes laterales del tonel, se adapta una llave y una especie de armadura protectora, por cuyo medio se llena la botella. Con estos datos podremos fácilmente esplicar el juego del aparato: con la bomba se saca el gas que se hace llegar al tonel, y en él, por una presion contínua se le obliga á disolverse en el agua.

Aparato de Bramah.

El aparato de Bramah, que se emplea principalmente en Inglaterra, y que han adoptado igualmente muchas fábricas de Francia, es ventajoso sobre todo porque puede funcionar de un modo contínuo, operando en un depósito de dimension poco considerable: por otra parte, como juiciosamente ha hecho observar M. Soubeiran es menos apropósito que los de Ginebra y de Barruel para la preparacion de algunas aguas bicarbonatadas, calizas y magnesianas, que exigen para estar bien hechas que permanezca mucho tiempo el ácido carbónico sobre los carbonatos térreos que deben pasar al estado de bicarbonatos solubles.

El aparato del ingeniero inglés está dispuesto del siguiente modo:

Se compone de un sustentáculo de fundicion, sobre el cual se adaptan las partes accesorias. La primera es un depósito provisto:

1.° De una válvula de seguridad.
2.° De un manómetro.
3.° De un tubo lateral que indica en virtud de la ley de los vasos comunicantes la altura del líquido en el depósito.
4.° De un agitador que pone en movimiento una rueda dentada.

En uno de los lados está colocado el tubo de desprendimiento del agua gaseosa, que abre ó cierra, segun se quiera, una llave que tiene unos redondeles de cuero ó de goma elástica: la abertura de este último, á la cual se aplica la botella que se quiere llenar, va rodeada de una armadura metálica destinada á proteger al operador contra los pedazos de vidrio cuando se rompe una botella. Esta armadura lleva una rejilla metálica por la cual se ve fácilmente si la botella está llena.

Un volante movido por un manubrio, pone en movimiento la rueda dentada de que antes hemos hablado, y otra segunda que hace jugar una bomba aspirante é impelente, destinada á proveer de contínuo de agua y ácido carbónico el depósito, para lo cual uno de los tubos comunica con un gasómetro de ácido carbónico, mientras que el otro se sumerge en una vasija llena de agua pura.

Es indispensable detenernos algunos momentos describiendo la construccion interior de una parte de la bomba para comprender bien el mecanismo del instrumento.

Esta pieza se compone de un conducto, cuya prolongacion no es mas que el tubo de que antes hemos hablado, que sirve para conducir el agua y el gas al depósito en que se produce la disolucion. 1.° De dos cavidades en las cuales juegan dos bolas que hacen veces de válvulas que suben y bajan alternativamente, aunque hay dos topes fijos que impiden que se eleven demasiado: 2.° de un conducto que comunica con el cuerpo de bomba: y 3.° por último de una llave apropósito que segun la posicion que ocupa, permite que llegue simultánea ó sucesivamente el agua y el gas carbónico que conducen los tubos.

Supuesto esto, nada mas sencillo de comprender que el juego de

este aparato. Si se baja el piston, pasa el aire comprimido, bajan ó suben las bolas de que antes hemos hablado y despues se escapa: levantándole se hace el vacío en el depósito inferior, y ejerciendo presion la mezcla de gas y agua levanta la bola inferior, mientras que la superior baja por la accion del aire que está encima: otro nuevo pistonazo hace pasar la mezcla al depósito superior y desde aquí al tubo. Fácil es concebir que se establece una série de fenómenos análogos á los que caracterizan el juego de las válvulas comunes. La llave tiene una especie de aguja que señala en un semicírculo graduado que sirve de cuadrante indicador, la mayor ó menor abertura que se ha dejado á los conductos: cuando la aguja está en el centro es señal de que llegan en proporciones iguales el agua y el gas, si por el contrario, se inclina á derecha ó izquierda es que llegan en esceso uno ú otro de estos fluidos.

Generalmente el aparato Bramah funciona á siete ú ocho atmósferas: cuando la presion es superior, la válvula de seguridad se levanta y deja escapar el esceso de gas que para no perder nada en la operacion, puede llevarse por medio de un conducto al mismo gasómetro.

De los manómetros.

Una de las partes mas importantes en los diferentes aparatos de que acabamos de hablar, es sin contradiccion el *manómetro* que, como es sabido, sirve para dar á conocer la presion interior que sufren las paredes de la vasija en que se prepara el agua artificial por medio del ácido carbónico.

Los manómetros que mas generalmente se emplean en la industria de que nos ocupamos, están fundados, unos en la ley de Mariotte y son los manómetros cerrados; otros en la presion que ejerce la corriente gaseosa en lo interior de una espiral metálica hueca que por este medio se desarrolla mas ó menos; y es el ingenioso sistema ideado por M. Bourdon. Por último, otros que son de una aplicacion muy frecuente, se fundan en la propiedad que tiene el vapor ó el gas de comprimir una pequeña palanca metálica que pone en movimiento una aguja que indica las atmósferas en un cuadrantito circular y son debidos á MM. Desbordes.

Los primeros se fundan en el hecho de que la presion atmosférica ó una atmósfera, hace elevarse á m. 0,76, una columna de mercurio. El peso de una columna de aire atmosférico equivale á un grado del manómetro. Pero como el volúmen del gas disminuye en razon inversa de la presion que sostiene, se comprende que cuanto mas aumente la presion, mas disminuye el volúmen gaseoso. Si representamos por 100 el volúmen del gas á una presion atmosférica, veremos que aumentando esta el volúmen disminuirá en las proporciones siguientes:

110 volúmenes corresponden á la presion de 1 atmósfera.

50	—	—	2
34,33	—	—	3
25	—	—	4
20	—	—	5
16,67	—	—	6
14,287	—	—	7
12,5	—	—	8
11	—	—	9
10	—	—	10
9	—	—	11
8,25	—	—	12

En cuanto á la forma que se da á estos instrumentos, es variable: unas veces están formados de dos brazos doblados en forma de codo y paralelos;

otras veces de uno solo que se sumerge en una cubeta perfectamente cerrada á no ser por el punto en que se adapta al tubo, por el cual llega al gas. El líquido que se pone en lo interior y que por la presion esterior sube y hace variar el volúmen del aire del manómetro no es siempre el mismo.

Se construyen manómetros de mercurio, pero presentan algunos inconvenientes, y desde luego es raro que el metal permanezca puro y no manche á la larga al vidrio, al cual se adhiere formando *cola*; además necesita que se emplee una cubeta de hierro que, bajo la influencia del ácido carbónico se ataca prontamente. Muchos autores aconsejan que se emplee una agua teñida con sustancias tintóreas, pero es raro que sometido á una fuerte presion el líquido de color, no se adhiera á las paredes internas del instrumento; así es que generalmente en el dia se prefiere el agua pura que se renueva con frecuencia.

Los manómetros cerrados de dos brazos son de uso y manejo poco cómodos: el instrumento se rompe con facilidad, y además los grados que indican presiones algo considerables son cada vez mas pequeños y poco legibles en la escala; así es que para remediarlo, ha construido M. Savaresse, uno que no presenta las mismas desventajas y sobre el cual vamos á dar algunos detalles tomados de la Memoria del mismo autor.

El instrumento no tiene mas que ocho centímetros de altura y á pesar de esto, es sumamente sensible: tiene dos cámaras, una inferior y otra superior, unidas entre sí por un tubo muy delgado, puesto que su diámetro es de un milímetro. La primera cámara está destinada á acortar la longitud del manómetro, la segunda á aumentar el intervalo de cada grado y por consiguiente á hacer mas fácil su lectura.

La cámara inferior es siempre mayor que la otra, y suponiendo la capacidad total del instrumento igual á 60 milímetros cúbicos, estas 60 partes se distribuirán del modo siguiente: 50 en la cámara inferior, 2 en el tubo de comunicacion, 8 en la cámara superior.

«Pero dice, M. Savaresse, se comprende que cuando el mercurio llega á la cámara inferior, desaloja las 50 partes de aire contenidas en ella; las comprime sobre las demás y entonces la reparticion se hace del modo siguiente: 12 en el tubo y 48 en la cámara alta: la presion será, pues, igual á 6 atmósferas y sin embargo, el mercurio no habrá subido mas que un centímetro, pero en vez de elevarse se estenderá en superficie horizontalmente.»

Si la presion aumenta el mercurio ó el agua, si es este último líquido al que se ha dado la preferencia subirá mas, y mientras que permanezca en el tubo se leerán fácilmente las divisiones; pero cuando llegue á la cubeta superior, la diferencia de nivel será casi insensible.

Segun esto, es fácil ver que la teoría de este manómetro se funda sobre los dos hechos siguientes:

1.° Obtener un instrumento de la menor dimension posible.

2.° Tener una diferencia muy sensible en las dos ó tres atmósferas cuya indicacion interesa mas conocer, diferencia que se obtiene á espensas de las demas divisiones que son cada vez mas apreciables. Para manómetros de Seltz es importante que sea muy manifiesta la sensibilidad entre cuatro y ocho atmósferas.

Añadiremos que, para tener un manómetro que indique presiones mas considerables, bastará dar á la cámara inferior una capacidad mayor.

Hemos dicho antes que el agua es preferible al mercurio: cuando se emplea este líquido, se construye la cubeta de cobre estañado, y se coloca el instrumento en una placa de cobre ó de estaño, hendida en su centro y con una graduacion á los lados. Todo ello se pone entre dos ó tres columnitas de cobre, bajo las cuales hay un plano del mismo metal fijo por medio de dos

tornillitos. Por medio de una rosca se une el mismo manómetro con la otra porcion del aparato, en que hay un vasito de cobre que contiene agua. Un tubo que parte del interior del aparato sirve para conducir el gas, y por medio de una llave se intercepta la comunicacion, segun se quiera.

La segunda parte de la fabricacion de las aguas gaseosas, y que tambien tiene bastante importancia, es la que se refiere a los medios á propósito para embotellar las aguas, tapar las botellas, sujetar los tapones, y por último lacrarlas ó poner las cápsulas: vamos á examinar sucesivamente estas diversas operaciones.

Del modo de embotellar y tapar las aguas gaseosas.

En los diferentes sistemas que se han seguido para esto, no ha podido impedirse que se desperdicie algo de gas: examinemos en primer lugar el método puesto en práctica por medio de la llave que lleva el nombre de M. Soubeiran, su inventor, y acerca del cual debemos detenernos algunos momentos.

Esta llave, que puede aplicarse sobre todo al procedimiento de Ginebra, establece una comunicacion entre el interior de la botella que se llena y la atmósfera del tonel: se comprende por lo tanto, que no puede emplearse con los aparatos en que se fabrica de un modo contínuo el agua gaseosa, porque llevaria sin cesar al depósito, no solo el esceso de ácido carbónico, sino tambien el aire de las botellas, y acabaria por último por dar una atmósfera casi enteramente compuesta de este.

El instrumento, que es de metal, se compone de diferentes partes importantes: por un lado se atornilla al depósito, y por el otro está doblado en ángulo recto, y termina en una boquilla de goma elástica, en la cual entra el gollete de la botella que se quiere llenar. En la mitad del tubo juega una llave que por medio de un mango se abre ó se cierra cuando se quiere. Por esta llave atraviesan dos conductos; el primero, que establece comunicacion entre el depósito y la botella, está forrado de plata y sirve para conducir el agua mineral á esta última: el segundo, que en cierto modo cubre al primero, está doblado en ángulo recto al principio, despues es paralelo á aquel, y por último, va á parar á un tubo de plomo colocado encima de la llave, que termina en la parte superior del tonel.

La llave tiene interiormente dos aberturas, de las que cada una comunica con los canales correspondientes, y la mas inferior está forrada por dentro de plata, lo mismo que el tubo de que antes hemos hablado. Segun se dé vueltas á la llave en uno ú otro sentido, se abrirá ó cerrará la comunicacion.

Supuesto esto, nada mas sencillo que el juego del instrumento.

Colocada la botella en la boquilla dicha, se abre la llave y el agua corre por el conducto, desaloja el aire que hay entre este y el otro, que siendo mas ancho permite que salga con facilidad; despues pasa por el tubo doblado y llega al depósito.

Cuando la botella está llena, se cierra la llave y se procede á taparla.

No deja de presentar interés el modo de tapar la botella, porque se concibe perfectamente que importa mucho que el líquido quede cargado de gas ácido carbónico.

Se han empleado varios métodos para conseguirlo de un modo cómodo y con la menor pérdida posible; pero todos tienen por objeto sumergir á frote duro un tapon que, sometido á una fuerte presion, no tarda en recobrar su forma primitiva cuando se abandona á sí mismo, adhiriéndose en este caso muy bien á las paredes internas del gollete de la botella.

El primer método, debido á M. Stevenaux, se ejecuta por medio de un

aparato que consiste en una especie de engranaje, parecido al de un gato, terminado en una punta roma, y que poniéndose en movimiento por medio de un manubrio se apoya sobre un tapon cónico: este último, colocado préviamente en una especie de virola de diámetro mas estrecho, es igual al de la botella, que se aplica y fija á la parte inferior por medio de un tornillo.

Este instrumento está fijo á una tabla resistente, y poniendo la botella sobre un pedazo de madera cónico que se mueve con un pedal, se le hace llegar á colocarse en la virola de que acabamos de hablar.

El sistema de tapar las botellas, de M. Viel-Cazal, que se adapta á los aparatos de Savaresse y Ozouf, se compone, como hemos visto, de un brazo largo de palanca, que bajando sobre el tapon le comprime en el gollete de la botella.

No debe procederse á tapar las botellas cuando el agua que contienen está turbia. Este fenómeno, cuya esplicacion ha dado M. Boissenot, es debido á la presencia de burbugitas gaseosas interpuestas en el líquido, y debe esperarse un momento para meter el tapon, manteniendo siempre el gollete de la botella apretado contra la goma elástica, á que se haya restablecido la trasparencia.

Como hemos dicho al hablar del modo de tapar las aguas naturales, los tapones deben ser de muy buena calidad; y además, cuando se trata de aguas ferruginosas, es conveniente someterlos á la accion de disoluciones ferruginosas, tales como las de sulfato de protóxido de hierro, y despues lavarlos con gran cantidad de agua cuando se ha completado la accion tannífera del corcho, con objeto de quitar al tapon el esceso de sal ferrosa que pueda contener.

Modo de sujetar los tapones de las botellas.

Diremos tambien algunas palabras acerca del modo de sujetar los tapones, porque la presion considerable del gas comprimido en el agua, tiende sin cesar á echar fuera de la botella el tapon, y á pesar de que se hinche como anteriormente hemos dicho, y por consiguiente se adhiera á las paredes, sucederia muchas veces que se escaparia tambien con violencia: así, para evitar este inconveniente se tiene la costumbre de sujetarlos, con una cuerda delgada, pero de una naturaleza muy resistente, ó mejor todavía con un alambre (1). Por medio de un aparato muy sencillo, debido á M. Gaffard (2), puede mantenerse el tapon sumergido en el cuello de la botella y asegurarle en seguida con fuerza. Este aparato se compone de un sustentáculo de fundicion, encorvado por la parte superior, en la cual juega un tornillo movido por una palanca. Por la inferior termina en una rodaja, que haciendo veces de prensa, comprime el tapon sumergido préviamente en el gollete de la botella. Este último se rodea con un bramante que pasa por una ranura practicada en esta rodaja, y no hay mas que apretarle bastante, de modo que el tapon que se encuentra sostenido se hincha en el gollete, formando lo que se llama el hongo; despues se afloja el tornillo y queda terminada la operacion.

M. Savaresse ha ideado varios sistemas muy ingeniosos para este mismo objeto, sobre los que diremos dos palabras.

(1) Varios autores recomiendan que se use el bramante, en cuya hilaza haya tenido cuidado el cordelero de echar un poco de aceite de lino para que se impregne ligeramente: esta precaucion hace que sea mas fácil de apretar el nudo, y que el bramante se pudra con mas dificultad Por el contrario, un esceso de aceite haria muy lisa esta cuerda, é impediria que los nudos fuesen sólidos

(2) *Notice sur l'apareil Gaffard, destine á l'obtention des boissons sursaturées d'acide carbonique*, foll. en 8.°, 1842.

El mas sencillo consiste en una pinza de acero de resorte y de dobles garras, muy resistente: las ramas inferiores sirven para cojer el gollete de la botella por debajo de la cuerda: las superiores, que están menos abiertas y cuyos bordes internos son cortantes, se ponen sobre el tapon y le impiden que se escape aunque le obligue á ello el gas interior. Una vez colocada así la pinza, es fácil aplicar el bramante segun el método comun.

Los otros aparatos se componen de una armadura metálica, que protege al operador en el caso en que saltára la vasija. Esta armadura está terminada por dos brazos metálicos encorvados ó ganchos que comprimen el tapon. Por medio de un pedal se levanta la botella hasta que se haya apretado el tapon, como acabamos de decir, y se sujeta con facilidad; un solo obrero puede ejecutar bien esta pequeña operacion, ya colocándose delante en el aparato mas sencillo, ya detrás de la armadura metálica sentado en una especie de meseta en el otro aparato.

Modo de lacrar y poner cápsulas á las botellas.

Despues de haber sujetado los tapones, se lacran (1); pero en el dia, y sobre todo, con las botellas que se destinan á enviarlas lejos, se prefiere cubrirlas con una hoja delgada de metal, cuya operacion, que se emplea ventajosamente con las aguas naturales, segun hemos dicho, su ejecuta igualmente con las aguas artificiales. Las cápsulas que generalmente se emplean son de estaño ó de plomo, y tienen la dimension de 34, 36, 38, 41 milím. de diámetro y 34 de altura: la eleccion del metal no es indiferente; en efecto, el plomo puede á la larga transformarse en parte en carbonato de este metal, que es venenoso; así es que se prefiere emplear el estaño que de ningun modo presenta los mismos inconvenientes.

La operacion de poner cápsulas, se ejecuta del modo siguiente: se cubre el tapon con un casquete esférico, que se ajusta herméticamente contra el cuello de la botella por medio de una cuerda resistente y del diámetro de 5 á 6 milímetros, que se estiende y fija con solidez por uno de sus estremos á una pieza que tiene el aparato. Al otro estremo, se fija un pedal, sobre el cual apoya el pié el operador de modo que pueda quedar estendida la cuerda todo lo que se quiera. Haciéndola dar una vuelta sobre el gollete de la botella y estando fuertemente estendida, obliga al casquete metálico á adherirse á la vasija.

Hemos hablado de las botellas mecanizadas de M. Ozouf, que tienen en su gollete una guarnicion de estaño. Su inventor habia ideado, para aplicar esta cápsula metálica sobre las botellas, un instrumento que consiste en una mesa, en la que se fija una especie de pieza de fundicion encorvada, en la cual está suspendido por medio de una tuerca el sistema que sirve para asegurar la cápsula sobre el tapon. Esta parte del aparato se compone de una piececita de madera, en la cual se aplica la cápsula préviamente colocada sobre la botella.

Se halla fija en el aparato por medio de una tuerca, y tiene en toda su longitud una rosca, en la que con un tornillo puede subir ó bajar una palanca cuyos dos brazos se unen con una cuerda.

Para poner cápsula á una botella, se cubre con su armadura, se coloca sobre el sustentáculo, y por medio de un pedal se levanta y se aproxima la botella á la rosca; se arrolla la cuerda alrededor de la pieza de fundicion de que antes hablamos, y se baja sucesivamente la palanca, con la cual se la

(1) Damos aquí la composicion de un mástic resinoso, que ya hemos indicado, y que recomienda M. Soubeiran: Colofonia 6 partes, creta pulverizada 5, esencia de trementina 1, achiote 1/8. Se funde la trementina, se añade la esencia, despues la creta y el achiote.

obliga á apretar en toda su longitud, y por consiguiente á que se adhiera perfectamente al vidrio.

Este método es poco cómodo, porque exige un aparato especial y además una nueva maniobra cuando se rompen las botellas y hay que quitar las cápsulas; así M. Ozouf aconseja el método siguiente: emplea cápsulas divididas en dos partes; la primera se compone de dos semi-esferas de estaño que se aplican sobre el gollete de la botella y que forman una tuerca en la que viene á atornillarse la misma cápsula que constituye la segunda porcion. De este modo queda todo fijado sólidamente al vidrio, y siempre es fácil, cuando se rompe una botella quitarla la armadura para que sirva en otra.

De los vasos sifoides.

Para remediar en gran parte los inconvenientes que presenta el embotellado de las aguas minerales, se ha ideado el uso de los vasos sifoides. M. Savaresse es el primero que los ha hecho construir, y despues seria prolijo enumerar todos los que han aparecido. Ya hemos hablado de las botellas mecánicas de Ozouf, construidas con el mismo objeto; nos contentaremos con describir algunas vasijas y botellas mas generalizadas en el comercio diciendo en qué principio se funda el juego de ellas.

La botella de Savaresse está construida del siguiente modo:

Es una vasija de grés, resistente, vidriada por su parte interna y esterna, y que lleva en la superior una abertura á la que se adapta una tapa permanente de estaño, la que tiene un tubo que se sumerge hasta el fondo de la vasija. Este último está cerrado con un disco de corcho que sirve de obturador, y que se mantiene en esta posicion por medio de una espiral, cuya estremidad superior se apoya sobre la pared interna y alta de la tapa de estaño. Una palanca ó un tornillo de llave permite comprimir esta espiral y por consiguiente levantar el obturador.

Para llenar las botellas sifoides de Savaresse por medio de su aparato, hé aquí la marcha que hay que seguir. Se sustituye á la llave comun un tubo de llave, al que se adapta una pieza encorvada de madera de boj por la que atraviesa un canal en que puede meterse el pico de estaño de la botella; se da vuelta á la llave de la botella, apoyando el dedo sobre la palanca, y queda así establecida la comunicacion entre aquella y el depósito. El agua gascosa está comprimida en la botella; pero al mismo tiempo comprime el aire que contiene hasta que haya adquirido una tension susceptible de equilibrar la que produce la misma agua gascosa. Cuando se ha llegado á este punto queda cierta cantidad de aire en la vasija, y para estraerla, hé aquí lo que debe hacerse. Se afloja la llave, y al bajar la palanca y el obturador se cierra toda comunicacion entre el aire esterior y la vasija; se vuelve esta última sin sacudirla, y entonces el aire ocupa el fondo de la vasija donde termina el tubo que comunica con la armadura de estaño. Se levanta entonces el obturador, se escapa el aire, quedando en lo interior de la botella una atmósfera de éste, y de ácido carbónico: basta repetir dos ó tres veces la misma maniobra para lanzar todo el aire de la vasija y llenarla completamente por este medio.

Nada mas sencillo que hacer salir el líquido con este aparato: basta apoyar el dedo sobre la palanca, ó dar un poco de vuelta á la llave, y sale el líquido obligado por el gas que le comprime. Cuando la vasija está cerrada, no pierde nada de su energía lo restante del líquido.

Hace poco tiempo que M. Savaresse ha renunciado á este método de embotellar, y hé aquí el último medio que propone, y que ofrece grandes ventajas sobre el primero.

El aparato de que se vale está construido del siguiente modo: es una

columna metálica de considerable peso, que tiene en su parte superior una armadura protectora, en cuyo interior se coloca el sifon que se quiere llenar; el pico del sifon se hace comunicar con la llave, por la cual llega el agua saturada.

Por medio de un pedal, se dá á la armadura de que hemos hablado un movimiento de rotacion que le permite cubrir la vasija que se llena, entonces se apoya la mano izquierda sobre otro pedalito que comprime una palanca y abre la vasija, mientras que con la mano derecha se abre la llave que establece la comunicacion entre el depósito y la botella. El agua gaseosa se precipita en esta última, pero oponiéndose el esceso de gas ácido carbónico á una nueva entrada del aire, cesa el ruido; entonces se vuelve la llave en la direccion del pie; el esceso de gas se escapa de la botella por una aberturita convenientemente practicada, se vuelve la llave hácia sí y acaba de llenarse la vasija. Entonces se cierra la llave que comunica con el depósito, se afloja el pedalito y se separa el sifon.

Una de las mas importantes ventajas que presentan los vasos sifoides, es el poder tener una agua gaseosa cargada siempre igualmente, lo cual no se verifica con las botellas comunes.

En efecto, de las esperiencias emprendidas por una comision nombrada en la Academia de medicina (1), resulta que el último vaso de agua gaseosa, que se llene con una botella sifoide, está tan cargado de gas carbónico como el primero, mientras que el agua que se echa en una botella comun dá un líquido á la verdad mas cargado, pero que se debilita con mucha rapidez.

Se ha probado que sacando de dos en dos horas el agua de una botella sifoide y calculando su riqueza, la cantidad de gas era sensiblemente la misma en cada vaso.

En el *vaso moderador de Briet* se introduce el líquido, ya por el fondo del aparato, por una válvula que se cierra por sí misma cuando está llena la vasija, y que impide que se vierta el líquido, ya por la parte superior y por un mecanismo análogo al que hemos visto que servia para hacer funcionar el aparato de Savaresse.

Una de las grandes ventajas de este aparatito, es el poder llenarse directamete con todos los sistemas. Tambien es muy fácil de limpiar. El moderador de Briet es de cristal, provisto de una armadura de estaño soldada al vidrio, análoga á la de la botella sifoide, y que lleva una palanquita, por cuyo medio se pone en comunicacion lo interior de la botella con la parte esterior. El pié del instrumento es de porcelana, y la misma botella está rodeada con una especie de red de junco perfectamente lisa y muy resistente.

Aparato de Briet para hacer el agua gaseosa estemporáneamente.

Todos los sistemas que acabamos de examinar, comprendiendo en ellos los métodos relativos al embotellado y conservacion de las aguas, son útiles, especialmente cuando se quieren obtener considerables cantidades de agua gaseosa, y hacer con ella una verdadera esportacion: mas ahora diremos algunas palabras acerca del ingenioso aparato de M. Briet, que permite obtener á poca costa y con rapidez el agua gaseosa en corta cantidad. Este aparato, que se utiliza ahora en los hospitales, y está tan generalizado en las casas particulares, se compone de varias partes. La primera, ó *garrafa*, es una vasija de cristal ó de vidrio muy resistente, en la que se pone el agua que se quiere saturar de gas. Esta garrafa está rodeada con un tejido de junco desti-

(1) Esta comision se componia de MM. Husson, Orfila, Labarraque y Soubeiran, relator. (*Bulletin de l'Academie royale de medecine*; 1840-41, t. VI, p. 514.

nado á prevenir las esplosiones, y evitar que salten los pedazos de vidrio si se rompe la botella (1). Esta vasija tiene un tubo que está asegurado en el vidrio, y no pegado, como antes se hacia.

La segunda parte, que se llama la *bola*, es tambien de vidrio muy fuerte con otra red semejante: va soldada á un pié de porcelana, y provista tambien de un tubo de estaño que tiene una llave del mismo metal.

En esta bola se coloca la mezcla destinada á producir un desprendimiento de gas ácido carbónico. Generalmente se emplea ácido tártrico y bicarbonato de sosa en las siguientes proporciones:

Acido tártrico.	17 gramos.
Bicarbonato de sosa. . . .	21

Se introduce esta mezcla por medio de un embudito, lo cual impide que estos polvos ataquen á la red de junco. Hecha esta operacion se mete en la garrafa el cilindro metálico, de modo que cierre perfectamente su abertura. Se atornilla entonces la bola, de manera que el aparato completo queda invertido, se vuelve otra vez hácia arriba, y hé aquí lo que sucede, como la garrafa es mayor, el esceso de agua cae por el tubo y llega á la bola por unos agujeritos que tiene en su parte inferior. Se disuelven el bicarbonato de sosa, y el ácido tártrico; se desprende el gas, penetra por los agujeros superiores y llega á el agua de la garrafa, pasando por una especie de pequeña criba de plata pura.

El gas se divide en el agua disolviéndose en ella, y á medida que aumenta su cantidad ejerce presion y se disuelve cada vez mas. Cuando se quiere tener agua muy cargada, se puede operar con dos proporciones de la mezcla en vez de una sola.

Ejecutando la operacion como acabamos de decir, y tomando todas las precauciones necesarias, creemos que no hay que temer ningun riesgo con estos instrumentos. En la fábrica de MM. Mondollot hermanos, hemos presenciado esperiencias muy concluyentes. Hemos visto cargar con tres dósis bastante número de aparatos, tomados á la casualidad y todos han resistido perfectamente á la considerable presion que sufrian en su parte interior.

Por razones de economia se ha tratado de reemplazar el ácido tártrico por el sulfúrico diluido, ó tambien por los bisulfatos de potasa ó de sosa, pero despues se han notado en los hospitales varios accidentes que con justa razon hicieron que se fijase en ello la sociedad de cirujía, y una comision suya atacó el aparato de Briet; pero bien pronto se reconoció que si habian tenido lugar estos accidentes debian atribuirse á la negligencia de los que cargaban las garrafas, y que sin el menor cuidado vertian el ácido sobre la red protectora que no tardaba en alterarse, y que si, como sucedia muchas veces, se ponian cargas muy considerables, saltaba el vidrio y no quedaban los pedazos dentro del tejido. El sábio relator de la comision nombrada por la sociedad de cirujía, Mr. Morell-Laballée, ha hecho esperiencias en las que ha cargado los aparatos hasta cinco dósis sin que nada haya sucedido.

Añadiremos que MM. Mondollot no espenden ningun aparato sin someterle á un ensayo prévio por espacio de 24 horas, que permite estar seguros de su solidez.

No dejaremos este asunto sin hablar de un aparato gasógeno anestésico, muy bien construido, y que permite obtener hasta 40 litros de ácido carbónico gaseoso con una sola carga de 300 gram. de bicarbonato de sosa.

Todos saben el provecho que en el dia se saca de las inhalaciones y de los

(1) Tambien se han hecho redes de alambre; pero no tardan en alterarse bajo la influencia de la humedad y el ácido carbónico, y creemos que debe proscribirse su uso.

chorros de ácido carbónico, y esto es lo que principalmente nos mueve á detenernos un momento sobre lo mismo.

Aparato anestésico para el ácido carbónico

El descubrimiento de la accion anestésica del ácido carbónico no es de fecha reciente, y si se consultan las obras de algunos médicos ingleses de fines del último siglo, se ve que Ingen-Housz, Beddoes, Webster, Ewart y otros se ocuparon con cierto éxito de la aplicacion á la terapéutica de estos diversos gases oxígeno, hidrógeno, ácido carbónico, protóxido de azoe, cuyo reciente descubrimiento habia sido para la química el principio de una nueva era; á pesar de algunos resultados legítimos, cayó en olvido este tratamiento. En 1834 M. Mojon, de Génova (1), propuso nuevamente los chorros de ácido carbónico, considerándolos como muy á propósito para combatir los vivos dolores que se manifiestan con tanta frecuencia á la aproximacion de las reglas en las mujeres que padecen una amenorrea incompleta. Mas tarde, en Alemania, se emprendieron otros ensayos semejantes, y en el dia en la mayor parte de las estaciones termales, ricas en ácido carbónico (Carlsbad, Marienbad, Egra, Kissingen, Nauheim, Meinberg y otras); existen establecimientos en que se emplea este gas en baños, en chorros y aun en forma de inhalacion: sabemos á ciencia cierta que este ejemplo se seguirá muy pronto en varios de nuestros establecimientos franceses. A las investigaciones publicadas sobre este asunto, por una parte por M. Herpin de Metz (2), y tambien á los laboriosos esfuerzos de un distinguido cirujano de los hospitales el Dr. M. Follin (3), debe la ciencia los primeros ensayos que se han practicado en nuestro país. Los buenos resultados obtenidos por este último han confirmado los que ya habia indicado el profesor Simpson, de Edimburgo, que preconizó las ventajas que ofrece el ácido carbónico en la mayor parte de las afecciones dolorosas del útero.

Para administrar de un modo facil los chorros de ácido carbónico han construido MM. Mondollot el aparato que vamos á describir. Este aparato, de que se vale con buen éxito el doctor M. Demarquay en la casa de salud Dubois, hace ya mas de un año, se parece bastante por su construccion á un gasógeno comun. Se compone de una garrafa que tiene un tubo de estaño y se atornilla á otro semejante unido á una bola de vidrio muy fuerte. Ambos recipientes estan cubiertos tambien con una red de junco y comunican por medio de una válvula que se abre con una llave. Por último, un manómetro metálico de Desbordes indica la presion.

Se hace primero una mezcla con 250 gramos de agua y otro tanto de ácido sulfúrico, se deja que se enfrie y se echa en la garrafa: despues se colocan en la bola 500 gramos de bicarbonato de sosa granulado algo grueso, se cierra la válvula y se atornilla esta parte del aparato sobre la garrafa. Se abre la válvula, cae cierta cantidad de sal de sosa que en contacto del ácido sulfúrico desprende gas carbónico.

El manómetro sube hasta cerca de 4 atmósferas, y cuando tiende á bajar se abre de nuevo la válvula con precaucion.

Añadiendo á la llave un tubo de goma elástica vulcanizada que tenga una cánula se puede, segun se quiera, con la mayor facilidad dirigir el surtidor de ácido carbónico sobre el órgano enfermo. Con las dósis que hemos indicado se pueden producir hasta 40 litros de este gas. En rigor, poniendo

(1) *Bulletin general de therapeutique*; 1834, t. VII, p. 350.
(2) Herpin de Metz.; *Etudes medicales, scientifiques et statistiques des principales sources minerales de France, d'Angleterre et d'Allemagne*. Paris, 1855, en 18, p. 28-305.—*Comptes rendus de l'Accademie des sciences*; 1855, t. XL, p. 690, 1006, 1101.
(3) *Archives generales de medecine*. Noviembre, 1856.

un poco de agua en la garrafa de un aparato comun, y añadiendo un tubo de goma elástica á la llave, podria tambien tenerse un desprendimiento, poco abundante en verdad, pero que tambien puede ser de alguna utilidad en ciertas circunstancias.

Adiciones de gas carbónico á las aguas naturales.

No solo se emplea el gas ácido carbónico en la preparacion de las aguas puramente artificiales, sino que tambien sirve para corregir ciertas aguas naturales, ya manteniendo por mas tiempo en estado de disolucion las de sus principios mineralizadores que tienen una tendencia á depositarse, ya haciendo menos desagradable el sabor que presentan naturalmente.

Con el primer objeto se carga en Plombieres de ácido carbónico el agua de la fuente Bourdeille, segun ya hemos dicho, y con el segundo en 1843, M. Pasquier, farmacéutico de Fecamp propuso cargar de ácido carbónico el agua del mar, de modo que como sucede con el agua de Sedlitz gaseosa, se encubriese el sabor tan desagradable de las sales sódicas y magnesianas. El autor hacia del siguiente modo esta preparacion: tomaba agua á cierta distancia de la orilla del mar, la filtraba para quitarla las impuridades y restos orgánicos que pudiese contener, y en seguida la saturaba de ácido carbónico.

La Academia de medicina nombró una comision (1) con objeto de estudiar este nuevo medicamento, y su sabio relator hizo resaltar con talento los buenos resultados que de su uso se habian sacado. Ya hace mucho tiempo que se conocian las propiedades del agua del mar tomada interiormente que en corta dosis es resolutiva y muy conveniente para los individuos escrofulosos; pero que en dosis mas elevada es eminentemente purgante. Segun M. Rayer una botella de agua de mar preparada por el método de M. Pasquier haria un efecto análogo al de otra agua de Sedlitz de 32 gramos (2).

Buvetas de aguas artificiales.

Al tratar de las aguas minerales naturales, hablamos de las buvetas portátiles y de los servicios que pueden prestar, y con este motivo indicamos algunos aparatos por cuyo medio pueden establecerse con facilidad. Con las aguas artificiales se pueden construir igualmente, y M. Savaresse ha ideado para las aguas gaseosas ingeniosos aparatos construidos con el mismo objeto. Estas son en general columnitas de bronce plateado ó dorado terminadas por su parte superior en una figurita esculpida que sirve de boton ó de la palanca que hay en los sifones comunes; por la interior está forrada de estaño y un tubo del mismo metal los pone en comunicacion con un cilindro enteramente cargado que se oculta en la mesa en que se halla fija la columna.

Del modo de destapar las botellas (tirabuzon mecánico.)

Terminaremos por último esta ojeada sobre las aguas artificiales indicando los medios de sacarlas facilmente cuando se han introducido en las bo-

(1) Esta comision se componia de MM. Henry y Rayer, relator. (*Bulletin de l'Academie royale de medecine*; 1842-43, t. VIII, p. 1072.

(2) Los enfermos que hicieron uso de este agua gaseosa, observaron que los primeros vasos casi no tenian sabor, pero que los últimos eran poco mas ó menos parecidos á los del agua de mar comun. Repetiremos con este motivo lo que ya hemos dicho á propósito de los vasos sifoides, que preparando este agua con tales instrumentos no hay que temer este inconveniente, pues que todas las porciones de ella contenidas en el sifon permanecen con una composicion constante y una cantidad siempre sensiblemente la misma de gas ácido carbónico.

tellas comunes, y hablaremos en primer lugar de un tirabuzon muy bien ideado, cuya invencion es debida á M. Batard; insistimos en este instrumento porque creemos que puede prestar útiles servicios cuando haya que analizar aguas cargadas de un depósito que quiera recogerse aparte. En efecto, es muy fácil sacar los tapones con este instrumento sin que se dé la menor sacudida á la botella. Este tirabuzon presenta como partes esenciales: 1.° dos puntas de acero que se clavan en el tapon cuando ya se ha metido en él la espiral inferior que tienen todos los tirabuzones: 2.° un disco que tiene dos varillas que penetran en dos aberturas practicadas sobre otro disco superior y vienen á aplicarse contra otras dos que hacen veces de palanca.

Sobre el disco inferior hay un resorte especial que á medida que el tirabuzon se clava en el corcho, se aplasta y hace que el disco inferior se apriete contra el superior. Cuando las varillas de que hemos hablado quedan aplicadas sobre las que sirven de palanca es fácil dar vuelta al tapon en el gollete de la botella y sacarle sin la menor sacudida.

Por último, para estraer el agua gaseosa de las botellas, pueden emplearse sifones metálicos de uso sencillo y cómodo. Estos sifones son de plata y tambien de acero pulimentado como los que hemos descrito al tratar de la análisis de las aguas acídulas; el brazo mas largo tiene una rosca espiral con unos agujeritos; el mas corto tiene, por el contrario, una llave para que pueda salir el líquido como se quiera. Por este medio quedan las aguas cargadas de gas por mucho mas tiempo y le pierden con menos facilidad.

De las aguas minerales artificiales propiamente dichas.

Aunque en el dia está muy generalizada la fabricacion del *agua gaseosa* simple, y multiplicado su consumo cada vez mas, á pesar del frecuente uso de ciertas aguas gaseosas naturales, tales como las de Saint-Galmier y principalmente de Soultzmatt; no sucede lo mismo con la preparacion de las *aguas minerales artificiales*, porque de dia en dia va disminuyendo por causas que se comprenderán facilmente.

Todos los años y en todas partes, especialmente en Francia, se descubren numerosas fuentes minerales naturales, tan variadas en su composicion química como en sus virtudes medicinales: los cuidados mejor entendidos con que en la actualidad se recogen estas aguas, se embotellan, se envian lejos y se conservan en los almacenes, permiten entregarlas á los consumidores en condiciones favorables y á precios bastante moderados; se concibe, pues, que debe dárselas la preferencia. Ademas, nadie duda que la imitacion de las aguas minerales es muy difícil y aun con mucha frecuencia imposible, porque no se las puede componer con tanta esactitud como la naturaleza las presenta; asi, la análisis que sirve de base para estas imitaciones indica en las aguas naturales materias particulares orgánicas, azoadas, yodadas, sulfuradas, que nos es imposible reproducir ni aun aproximadamente: por otra parte los elementos que se encuentran están algunas veces agrupados distintamente segun les han indicado los diferentes métodos de análisis, y despues en ciertas asociaciones se ignora por lo comun de qué modo estan unidos los elementos. ¿Se hallan únicamente mezclados ó combinados? Asi es que los *yoduros* al lado de los *sulfuros* no pueden formar *sulfo-yoduros*; diversos sulfatos de *cal*, de *magnesia*, de *sosa*, estan igualmente combinados de una manera particular, pues que sus propiedades médicas difieren generalmente de las de cada uno de ellos en particular. Por último, hay ciertos principios importantes (por ej. el arsénico) cuyo estado de combinacion se ignora algunas veces. En la imitacion de las aguas hay la costumbre bastante general de suprimir ciertas sustancias que se consideran como inertes é inútiles, lo cual

es quizá desacertado, porque no siempre se conoce bien en realidad por qué obran tales ó cuales aguas minerales naturales. Es preciso, pues, convenir en que las aguas minerales artificiales no reproducen bien sus modelos, y ademas añadiremos que los fabricantes no emplean siempre para las mismas aguas recetas idénticas, sino mas bien tales ó cuales particulares establecidas sobre análisis que tienen poca conformidad entre sí. No obstante, algunas aguas minerales artificiales tienen, cuando estan bien hechas, ventajas incontestables en sus aplicaciones médicas y producen mas de un resultado útil.

Debemos desde luego decir algo acerca de los procedimientos seguidos ó que se siguen para su preparacion. Segun nuestro parecer, creemos que para que esten bien hechas es útil aproximarse lo mas posible á la naturaleza, y con este objeto no eliminar ninguno de los elementos encontrados en las análisis, si es fácil sin embargo tenerlos en disolucion. Es preciso tambien, como punto de partida y como fórmula que hay que seguir, fundarse, para imitar tal ó cual agua, en las análisis que tengan mas coincidencia entre sí. Unas veces podrán hacerse *directamente* las mezclas si las sales son solubles; otras y será en el caso contrario, disolverlas á favor del ácido carbónico; ó bien, como lo aconsejan algunos hábiles prácticos, obtener por *dobles descomposiciones* ciertas sales que se quieran tener en el agua imitada. El ácido carbónico es un agente capaz de disolver un gran número de compuestos salinos, principalmente cuando estos se hallan en estado de hidratos ó recien precipitados: este agente será pues muy útil en bastantes casos para conseguir la fabricacion de las aguas minerales artificiales. Asi, los *carbonatos de cal* y de *magnesia*, los *carbonatos ferrosos y manganosos*, el *fosfato* y el *sulfato calizo*, los *silicatos térreos* son facilmente solubles en el ácido carbónico si existen en estado hidratado ó gelatiniforme. Entonces será facil mezclarlos todos en el agua que se cargará de ácido carbónico ó hacerlos producir por doble descomposicion en el seno del líquido.

Supongamos que quieran introducirse en una agua imitada *carbonatos de cal*, de *magnesia*, de *hierro*, de *manganeso*: podran prepararse aparte estas sales y añadirlas en el agua en *estado hidratado* insoluble en las proporciones que se quieran, y despues hacer intervenir el ácido carbónico; ó bien se introducirán en las proporciones calculadas por la teoría para la imitacion de una agua indicada, á saber: los *cloruros de calcio y de magnesio*, así como tambien los *protosulfatos de hierro y de manganeso* y el *carbonato de sosa*. Resultarán de esto los *carbonatos* que hemos dicho, y al mismo tiempo el *sulfato de sosa* y el *cloruro de sodio*.

Citaremos un ejemplo tomado de la obra de M. Soubeiran (1). Supongamos el agua de *Saint-Nectaire*, que segun M. Berthier, contiene en cada litro.

	gr.
Carbonato de sosa. . . .	5,395
Carbonato de cal.	0,445
Carbonato de magnesia. . .	0,241
Sulfato de sosa. , . . .	0,352
Cloruro de sodio.	2,456
Oxido de hierro.	0,014

Se imitará con la mezcla siguiente:

	gr.
Carbonato de sosa. . . .	7,472
Cloruro de sódio.	1,591

(1) Soubeiran. *Traité de pharmacie theorique et pratique*, 5.ª edic., 1857, t. II, p. 655 655.

Cloruro de calcio.. . . .	0,964
Cloruro de magnesia. . .	0,582
Sulfato de sosa.	0,352
Oxido de hierro.	0,014

Se formarán *carbonatos de cal y de magnesia*, así como tambien *cloruro de sodio*, y el agua contendrá además el esceso del *carbonato de sosa* y del *cloruro sódico*.

Con todos estos datos, y tomándolos ya del Codex, ya de las obras mas prácticas de farmacia, á saber: de las de MM. Soubeiran, Henry, padre, y Guibourt, Lecanu, Dorvault, etc., hé aquí las fórmulas que podemos indicar para hacer las diferentes aguas artificiales mas usadas.

Aguas salinas.

Agua del mar. (1)

Sal marina	8400
Sulfato de sosa cristalizado. . .	3702
Cloruro de calcio cristalizado. .	765
Cloruro de magnesio cristalizado.	3111

Para un baño de 300 litros.

Agua de Balaruc para bebida.

	Para 1 litro. gr.	Para 1 botella. gr.
Bicarbonato de sosa.	0,517	0,418
Cloruro de sódio.	3,756	3,600
Cloruro de magnesio cristalizado.	2,412	1,517
Cloruro de calcio cristalizado..	1,882	1,175
Sulfato de potasa.	0,053	0,033
Sulfato de sosa cristalizado.	1,900	1,187
Bromuro de potasio.	0,040	0,025

Se disuelven aparte los cloruros de calcio y de magnesio; se divide esta solucion salina en las botellas que se llenan con la de las sales de sosa y del bromuro, disolucion que se carga con tres volúmenes de ácido carbónico.

Agua de Sedlitz.

	Para 1 litro.	Para 1 botella.
Sulfato de magnesia cristalizado..	13 gr.	8 gr.
Agua pura.	1 litro.	625
Acido carbónico..	4 vol.	4 vol.

El uso ha consagrado esta fórmula, y como el agua de Sedlitz se emplea siempre como purgante, no tendria ningun objeto una representacion más esacta del *agua natural*.

(1) La estension que desde hace algunos años ha tomado la piscicultura, esta ciencia á la cual los trabajos del profesor M. Coste han dado el lugar que merece ocupar, da una importancia mayor á la fabricacion artificial del agua del mar con la que se llenan algunos acuarios que sirven para criar peces marinos.

Agua de Contrexeville.

	Para 1 litro. gr.	Para 1 b otella gr.
Sulfato de cal cristalizado..	0,370	0,880
Sulfato de magnesia cristalizado..	0,430	0,300
Carbonato de cal.	0,806	0,500
Carbonato de magnesia.	0,017	0,010
Cloruro de calcio cristalizado	0,074	0,500
Cloruro de magnesio cristalizado..	0,025	0,016
Tartrato de potasa y hierro.	0,030	0,020
Agua..	.1000,000	625,000
Acido carbónico..	5 litros	5 vol

Se emplean los carbonatos calizo y magnesiano recien precipitados; se diluyen con cuidado lo mismo que el sulfato de cal en la disolucion de las demás sales: se carga de ácido carbónico y se guarda en botellas.

Agua de Carlsbad.

	Para 1 litro. gr.	Para 1 botella. gr.
Sulfato de sosa cristalizado.	5,212	3,500
Sulfato de magnesia cristalizado.	0,516	0,340
Carbonato de sosa cristalizado.	3,810	2,380
Cloruro de sodio.	0,684	0,450
Cloruro de calcio cristalizado..	0,673	0,450
Tartrato de potasa y de hierro.	0,013	0,008
Agua gaseosa.	.1100,000	625,000

Se disuelven los dos sulfatos, el carbonato de sosa y la sal de hierro; se forma una disolucion aparte del cloruro de calcio; se mezclan los líquidos y se cargan de ácido carbónico.

Agua de Pullna.

	Para 1 litro, gr.	Para 1 botella. gr.
Sulfato de sosa cristalizado.	24,140	16,00
Sulfato de magnesia cristalizado..	37,456	25,00
Carbonato de sosa cristalizado.	1,959	0,65
Cloruro de calcio cristalizado..	2,024	1,20
Cloruro de magnesio cristalizado	1,877	1,20
Cloruro de sódio..	2,109	1,40
Agua gaseosa á 5 vol.	.1000,000	625,00

Cada botella de 625 gramos contiene 41 de sulfatos de sosa y de magnesia.

Agua magnesiana gaseosa.

	Para 1 litro.	Para 1 botella.
Magnesia blanca.	6 gram.	4 gram.
Agua pura.	1 litro.	625
Acido carbónico.	6 vol.	6 vol.

Es preciso emplear la magnesia todavía húmeda, atendiendo á que se disuelve mejor que cuando está seca: para esto se precipita el sulfato de magnesia, hirviéndolo, por un esceso de carbonato de sosa; se recoje el precipitado, se lava con cuidado y se deja escurrir sobre un lienzo; se toma cierto peso de este precipitado, se seca, se calcina y se pesa de nuevo. El producto es magnesia pura, de la que una parte de peso representa dos y un cuarto de magnesia, que se supone en estado seco. Se diluye el precipitado magnesiano en agua, se carga de ácido carbónico, y al cabo de 24 horas de contacto, se pone en botellas. El aparato de Ginebra es mas conveniente para esta preparacion, que el de Bramah; porque es preciso dejar que permanezca el carbonato de magnesia con agua cargada de ácido carbónico para asegurar su disolucion, y el aparato de Ginebra permite operar á la vez sobre mayores cantidades.

Agua magnesiana saturada.

	Para 1 litro.	Para 1 bo tella
Magnesia blanca.	12 gram.	8 gram.
Agua pura.	1000	625
Acido carbónico.	6 vol.	6 vol.

Se opera como para el agua magnesiana gaseosa. Queda poco ácido carbónico en esceso. Podria emplearse la magnesia blanca del comercio; pero sucede entonces que algunas porciones de materia no se disuelven. Si en vez de pesar la magnesia blanca se calcula su cantidad por la del sulfato, hallaremos que se necesitan emplear para cada litro 32 gramos de sulfato de magnesia cristalizado, que se descompone, como hemos dicho, por el carbonato de sosa.

Se hace tambien agua magnesiana mas cargada que la anterior. Para ello se introducen en cada botella 16 gramos y hasta 24 de carbonato de magnesia. A proporcion debe aumentarse la dósis de ácido carbónico.

Aguas acídulas bicarbonatadas.

Agua de Seltz.

	Para 1 litro.	Para 1 botella.
Cloruro de cálcio cristalizado.	0,50	0,33
Cloruro de magnesio cristalizado	0,40	0,27
Carbonato de sosa cristalizado.	0,90	0,60
Sal marina.	1,60	1,10
Sulfato de sosa cristalizado.	0,8	0,05
Fosfato de sosa cristalizado.	0,10	0,07
Agua gaseosa á 5 vol.	1000,00	625,00

Se disuelven las sales de sosa en agua; por otra parte se hacen disolver

igualmente en agua los cloruros de calcio y de magnesio: se mezclan ambos líquidos, y se cargan de ácido carbónico.

Agua de Vichy.

	Para 1 litro.	Para 1 botella.
Carbonato de sosa cristalizado.	14,886	10,000
Cloruro de sodio.	0,167	0,100
Cloruro de calcio cristalizado.	0,775	0,500
Sulfato de sosa cristalizado.	0,740	0,500
Sulfato de magnesia cristalizado.	0,246	0,160
Tartrato de potasa y de hierro.	0,009	0,006
Agua.	1000,000	625,000
Acido carbónico	5 litros	5 vol.

Se disuelven en el agua las sales de sosa y la sal de hierro; se añade la disolucion del sulfato de magnesia, y despues la del cloruro de calcio: se carga de ácido carbónico, y se recibe esta agua salina gaseosa en las botellas.

Aguas ferruginosas.

Agua de Bussang.

	Para 1 litro. gr.	Para 1 botella. gr.
Carbonato de sosa cristalizado.	4,00	2,600
Cloruro de calcio cristalizado.	0,75	0,500
Cloruro de magnesio cristalizado.	0,42	0,280
Sulfato de hierro cristalizado.	0,04	0,260
Agua privada de aire.	1000,00	625,000

Se mezclan las disoluciones de las sales, y se cargan de ácido carbónico: se introduce en esta fórmula un centígramo de *arseniato de sosa* para cada litro.

Agua de Pyrmont.

	Para 1 litro.	Para 1 botella.
Sulfato de sosa cristalizado.	gr. 1,15	gr. 0,80
Sulfato de magnesia cristalizado. . . .	1,15	0,80
Cloruro de magnesio cristalizado. . . .	0,75	0,50
Cloruro de calcio cristalizado.	3,20	2,10
Carbonato de sosa cristalizado. . . .	5,60	3,60
Sulfato de hierro cristalizado.	0,24	0,16
Agua privada de aire..	1000,00	625,00

Se mezclan las disoluciones de las sales y se cargan de ácido carbónico.

Agua de Spa.

	Para 1 litro.	Para 1 botella.
Carbonato de sosa cristalizado.	gr. 0,62	gr. 0,21

Cloruro de calcio cristalizado.	0,25	0,16
Sulfato de magnesia cristalizado.	0,60	0,40
Sulfato de hierro cristalizado.	0,17	0,12
Agua privada de aire.	1000,00	625,00

Se añaden las sales al agua y se carga de ácido carbónico.

Aguas sulfurosas.

Agua de Leamington.

	Para 1 litro.	Para 1 botella.
Sal marina.	gr. 6,290	gr. 4,00
Cloruro de calcio cristalizado.	2,910	1,80
Cloruro de magnesio cristalizado.	2,290	1,40
Sulfato de sosa cristalizado.	0,880	0,53
Agua pura.	875,000	547,00
Agua hidrosulfurada simple..	125,000	78,00

Se disuelven las sales en el agua que se haya hervido para espulsar el aire y enfriado en vasijas tapadas: se filtra la disolucion y se la introduce en botellas que no se llenan mas que hasta 9|10: se añade el agua hidrosulfurada y se tapa pronta y exactamente.

Agua de Nápoles.

	Para 1 litro.	Para 1 botella.
Carbonato de sosa cristalizado.	gr. 1,600	gr. 1,00
Carbonato de magnesia.	0,880	0,58
Agua gaseosa á 4 vol..	875,000	547,00
Agua hidrosulfurada..	125,000	78,00

Si se quiere preparar una agua sulfurosa con el sulfuro de sodio, se trata de una simple disolucion; se añade esta sal al agua no aireada y que tenga disueltas las otras sales además del sulfuro alcalino.

Agua de Bareges.

	Para 1 litro.	Para 1 botella.
Sulfuro de sodio cristalizado.	gr. 0,216	gr. 0,135
Carbonato de sosa cristalizado.	0,216	0,135
Cloruro de sodio.	0,216	0,135
Agua privada de aire.	1000,000	625,000

Se disuelve y se conserva en botellas bien tapadas.

Modificando un poco las dósis anteriores podremos tener las imitaciones de las aguas de Cauterets, Bagneres-de-Luchon, Saint-Saveur, etc.

A pesar de la tendencia que tienen las aguas naturales á reemplazar las artificiales, hay una especie de ellas de que todavía se hace un considerable uso en la práctica civil, y sobre todo en algunos hospitales especiales. Queremos hablar de los baños sulfurosos llamados de Bareges, que se preparan con los sulfuros de potasa y de sosa (hígado de azufre). Nadie ignora el ventajoso uso que tienen en un gran número de afecciones cutáneas; pero todos saben tambien como estando sujeta á variar la naturaleza de estos sulfuros debe variar igualmente la composicion de estos baños. En efecto, los hígados

de azufre si están preparados por la via seca, se hallan formados de *sulfato de potasa* y de *trisulfuro de potasio*; por el contrario si se han originado por la via húmeda, no disolviendo el anterior en agua, sino más bien haciendo disolver 1 parte de flores de azufre en 3 de potasa cáustica á 35°; se obtiene entonces otra mezcla formada de *hiposulfito de potasa* y de *quintisulfuro de potasio*. Los compuestos de sosa son análogos. Además, si se recuerda la division que anteriormente hemos hecho de las *aguas sulfuradas*, en *sulfídricas*, *sulfidratadas y sulfídricas-sulfidratadas*, se comprenderá con facilidad que los efectos medicinales deben ser muy variados y con frecuencia muy diferentes de los que se desean obtener, prescribiendo baños formados con los hígados de azufre del Codex, ó con los sulfuros alcalinos.

Tambien se han preparado aguas sulfurosas, haciendo una simple disolucion de ácido sulfídrico en agua. Anglada, que ha reconocido que las aguas sulfurosas de los Pirineos deben toda su accion al sulfuro de sodio, empleó esta sal para la preparacion de las aguas artificiales y en una larga memoria que publicó sobre este asunto (1), trató de recomponer por síntesis las principales aguas sulfurosas de que la terapéutica hace tan frecuente uso. M. Felix Boudet (2) se ocupó tambien de este punto interesante que llamó nuevamente la atencion de Mr Soubeiran. En un trabajo reciente (3) ha propuesto este último una série de fórmulas, que representan con tanta fidelidad como pudiera hacerse en semejante caso las diversas especies de baños sulfurosos que pueden imitarse artificialmente. Estas fórmulas con las que terminaremos este capítulo, y que tomamos de la memoria que ha publicado hace poco tiempo todavía, presentan al médico que practica lejos de los establecimientos termales, medicamentos dotados de propiedades que no son idénticas con las de las aguas naturales; pero que no obstante pueden prestar útiles servicios.

Baño de sulfuro de sodio.

Hecho con el monosulfuro de sodio cristalizado.

Sulfuro de sodio cristalizado. . . .	40 gram.
Carbonato de sosa cristalizado. . . .	40
Cloruro de sodio.	40

Para un baño de 200 litros.

Baño de bihidrosulfato de sosa.

Preparado añadiendo á la disolucion del sulfuro de sodio la cantidad de ácido necesaria para descomponer su mitad.

Baño de bihidrosulfato de sosa.

Sulfuro de sodio cristalizado. . . .	40 gram.
Acido tártrico.	13
ó	
Bisulfato de potasa.	21

Para un baño de 200 litros

Se disuelve el sulfuro en el agua del baño, y se pasa lentamente por el fondo de la bañera ácido tártrico ó bisulfato de potasa en polvo grueso.

(1) Anglada. *Sur la fabrication artificielle des eaux sulfureusés des Pyrenées*, 8.ª memoria (*Memoires sur les eaux sulfureuses des Pyrenées orientales*). Paris. Montpellier, 1828, t. II, p. 289.
(2) *Journal de pharmacie*, 2.ª serie, 1851, t. XVII.
(3) *Journal de pharm. et de chim.* 3.ª serie, 1856, t. XXIX, p. 161.

Este baño contiene bihidrosulfato de sosa (sulfuro doble de sodio é hidrógeno).

El médico variará la fuerza segun quiera: el peso del ácido tártrico es casi exactamente el tercio, y el del bisulfato de potasa, la mitad del peso del sulfuro alcalino que se introduce en la fórmula.

Estas proporciones tan sencillas que es muy fácil recordar, dan una aproximacion que es muy suficiente.

Baño hidrosulfárico.

Es un baño de hidrógeno sulfurado. Se prepara añadiendo al baño de sulfuro de sodio bastante ácido para separar todo el azufre en estado de hidrógeno sulfurado.

Sulfuro de sodio cristalizado. . . .	40 gram.
Acido tártrico.	25
ó	
Bisulfato de potasa.	42

Se opera, como hemos dicho respecto del baño de hidrosulfato de sosa. Este baño es una disolucion de gas hidrógeno sulfurado.

Los pesos del ácido tártrico y del bisulfato de potasa son el doble de los de la fórmula anterior; es decir, para el ácido tártrico 2|3 del peso del sulfuro, y para el bisulfato, peso igual.

Baño de sulfuro de potasa. (1).

Contiene hiposulfito de potasa y trisulfuro de potasio.

Baño de sulfuro de potasa.

Sulfuro de potasa seco, del comercio. . . . . 50 gram.

Disuélvase para un baño de 200 litros.

Este baño contiene una mezcla de trisulfuro de potasio y de hiposulfito de potasa.

Puede reemplazarse el sulfuro de potasa seco por tres veces su peso de sulfuro de potasa líquido á 30 grados.

Si se quiere un baño correspondiente de base de sosa, se empleará sulfuro de sosa á 15°, en la misma cantidad que el sulfuro de potasa líquido.

Baño blanco de hidrosulfato de potasa.

Contiene, además del hiposulfito de potasa, bihidrosulfato de potasa y magisterio de azufre.

Se le obtiene añadiendo al baño bastante ácido, para descomponer la mitad del sulfuro de potasio.

Sulfuro de potasa, seco del comercio.	50 gram.
Acido tártrico.	16
ó	
Bisulfato de potasa.	26

Para un baño de 200 litros.

Se disuelve el sulfuro de potasa en el agua del baño, y se pasa por el fondo de la bañera para disolverlos ácido tártrico ó bisulfato de potasa.

(1) Los sulfuros de potasa del comercio fabricados con la potasa comun son generalmente mas débiles que el sulfuro preparado en nuestros laboratorios en la proporcion de un sesto. Todos saturan un poco mas de ácido sin duda á causa de la presencia de un poco de carbonato alcalino.

Este baño contiene hiposulfito de potasa, bihidrosulfato (sulfuro doble de sodio y de hidrógeno), y además tiene en suspension azufre hidrogenado (magisterio de azúfre).

El médico puede retener con facilidad en la memoria la proporcion del ácido respecto del sulfuro de potasa. Es, como para el baño de sodio 1|3 de ácido tártrico, y la mitad del bisulfato de potasa.

Aquí se podrá tambien reemplazar el sulfuro seco de potasa por tres veces su peso de sulfuro de potasa líquido á 30 grados, ó de bisulfuro de sosa á 25.

Baño blanco hidrosulfúrico.

Es una disolucion de hidrosulfato de potasa y de hidrógeno sulfurado con magisterio de azúfre. Se obtiene cuando se añade al baño de sulfuro de potasa bastante ácido para destruir todo el sulfuro alcalino.

Sulfuro de potasa seco del comercio.	50 gram.
Acido tártrico..	16
Bisulfato de potasa.	26

Para un baño de 200 litros.

Se opera como hemos dicho respecto del baño hidrosulfatado.

Este baño contiene hiposulfito de potasa, hidrógeno sulfurado y azúfre hidrogenado. La proporcion de ácido tártrico necesaria para este baño, como para el baño hidrosulfúrico simple, es sensiblemente de 2|3 de peso del sulfuro de potasa, y la del bisulfato de potasa es igual al peso del sulfuro, con corta diferencia, que puede despreciarse en la fórmula.

Se le puede tambien preparar con el sulfuro de potasa ó el sulfuro de sosa líquido.

Baño de persulfuro de hidrógeno.

En este baño la disolucion de hidrosulfito de potasa tiene en suspension persulfuro de hidrógeno, con tres proporciones de azufre, el cual se descompone lentamente en hidrógeno sulfurado y en magisterio de azufre.

Baño de persulfuro de hidrógeno.

Acido tártrico.	32 gram.
ó	
Bisulfato de potasa.	52
ó	
Acido sulfúrico de 66°.	22
Se mezcla el ácido con el agua del baño.	200 litros.
Y en seguida se añade:	
Sulfuro de potasa líquido á 30°.	150 gram.
ó	
Sulfuro de sosa líquido á 25°.	150

Este baño contiene hidrosulfato de potasa y persulfuro de hidrógeno, que se descompone lentamente en gas hidrógeno y en magisterio de azúfre.

Su carácter principal consiste en la persistencia del olor sulfuroso que conservan los enfermos despues de salir del baño.

APENDICE

A LAS AGUAS MINERALES ARTIFICIALES.

PRODUCTOS ESTRAIDOS DE LAS AGUAS MINERALES NATURALES, Y MODIFICADOS Ó DISPUESTOS POR PROCEDIMIENTOS ARTIFICIALES.

Despues de haber descrito con grandes detalles los procedimientos y aparatos, por cuyo medio se preparan ciertos compuestos que se parecen algunas veces bastante á las aguas minerales naturales, creemos útil decir tambien algunas palabras acerca de otros productos estraidos de las mismas aguas naturales, pero á los que artificialmente se hacen esperimentar ciertas modificaciones, para ofrecerlos á la terapéutica. Vamos á examinar los principales.

Líquidos concentrados ó sales estraidas de las aguas.

Agua de mar concentrada.

Con objeto de poder administrar los baños de mar á distancia de las costas y para que sea fácil el trasporte del líquido, tuvieron la idea MM. Moride y Bobierre, farmacéuticos químicos de Nantes, de concentrar el agua del mar en un pequeño volúmen, por medio de procedimientos sencillos, incapaces de alterar sensiblemente las sales. La concentracion (1) se verifica de tal manera, que un peso de 10 quilógramos, facil de enviar lejos, se destina á formar con el agua comun un baño de 300 litros, que equivale á otro de agua de mar pura. Fácil es concebir que con facilidad se puede, siguiendo la voluntad del médico, hacerle mas ó menos fuerte con tales ó cuales proporciones prescritas. Un informe favorable dado en la Academia de medicina en 1852, y otro semejante del Jury de la esposicion universal, han acogido la preparacion de MM. Moride y Bobierre.

Sales estraidas de las aguas minerales.

Las sales que hasta ahora se han estraido de las aguas minerales son los *carbonatos alcalinos*, particularmente el de *sosa*. Las que con este objeto sirven, son las de diversas fuentes de Vichy y de Hauterive, como tambien la de Saint-Alban. Pero como estos carbonatos existen de antemano en el agua, en estado de bicarbonatos, hay necesidad cuando se han obtenido cristalizables por decantaciones y evaporaciones convenientes, de esponerlos á una corriente de ácido carbónico. Algunas veces, como se hace principalmente en Hauterive, se utiliza el gas carbónico que se desprende de los manantiales en muchísima abundancia. El bicarbonato, así reformado, se seca y se introduce en el comercio.

Es una sal esponjosa, de color blanco de nieve y de hermosísimo aspec-

(1) *Bulletin de l' Academie de medecine*, 1852 t XVII, p. 255 y siguientes.

to, que se presenta en masas con frecuencia considerables. El que se obtiene en el dia en Vichy, en muy gran escala, en vastos talleres ó laboratorios, se designa en el comercio con el nombre de *sal estraida de las aguas de Vichy*: se emplea para hacer baños en las casas, y tambien para la fabricacion de las tabletas llamadas de Vichy, de que pronto hablaremos.

Durante la concentracion del agua mineral, este producto pierde el ácido carbónico libre, y el que constituia los bicarbonatos; asi es, que varias sales se vuelven insolubles: los carbonatos de cal, de magnesia, de hierro, la sílice, los fosfatos y sulfatos térreos, preexistentes ó producidos quizá durante la operacion, se depositan.

Estos compuestos se separan por medio de decantaciones ó de filtraciones sucesivas, y los líquidos evaporados de nuevo producen abundantes cristales, que consisten en gran parte carbonato de sosa, pero que no obstante retienen algunas otras sales, sulfatos, cloruros, etc. En las aguas madres se acumulan las sales mas solubles, *yoduros*, *bromuros*, *cloruros magnésicos y sódicos*, etc. Sin embargo, los productos carbonatados retienen en ellas vestigios que pueden reconocerse; lo cual puede hacer decir con alguna razon, que las sales estraidas de las aguas de Vichy deben hasta cierto punto representar mejor este agua mineral, que el bicarbonato de sosa obtenido en las artes, y cuya pureza es por lo comun muy variable.

Depósitos recojidos en las aguas.

En el trayecto que recorren ciertas aguas minerales ó en los depósitos en que permanecen, y sobre todo con más frecuencia, cuando se calientan con serpentines en las cubas destinadas á esta operacion, para poder administrar baños y chorros, se vé que se producen diferentes depósitos rojos, ocráceos, algunas veces negruzcos (Luxeuil) y otras calizos de color blanco más ó menos pronunciado. Estos depósitos, si son rojos ocráceos, tienen por base los compuestos ferruginosos, como se vé en Forgues-les-Eaux en Normandía, en Saint-Denis les Blois, en Bussang, etc.: si son negros ó pardo-rojizos se encuentran en ellos productos manganesianos al lado del hierro: lo cual se verifica en Luxeuil, en Vittel, cerca de Contrexeville, etc. Por último, los depósitos blancos y de color de mahon, son generalmente ricos en *carbonatos*, *sulfatos*, *silicatos*, *arseniatos*, *fosfatos térreos*, etc., con el hierro en proporcion variable. Se encuentran principalmente estos en Saxon, en el Valais, en Neyrac, en el Ardeche, en Hammam Mescoutine en Argelia, etc. En la fuente de Panassou, en la Dordoña, se recoje una especie de arena carbonatada, que calentada se aplica en tópico con buen resultado, sin duda, por el calor que sostiene y conserva por bastante tiempo.

Los diferentes depósitos que acabamos de citar se recojen y destinan más generalmente para la fabricacion de pastillas, tabletas ó grageas; sin embargo, algunas veces se les diluye en agua para formar con ellos baños que pueden tener cierta accion pero que están lejos de representar las aguas que los han producido; se forman tambien pomadas incorporándoles con los cuerpos grasos, pero como hemos visto que sucede con los depósitos de Neyrac, ó mejor en tópicos despues de haberlos ablandado con agua tibia: en el Saxon, los depósitos calizos que contienen entre otros principios sales yodadas y bromadas, tienen bajo esta forma una eficacia que no es dudosa y que puede facilmente comprenderse. Añadiremos que en las fuentes sulfurosas de Momtbrun (Drome) se emplea tambien en tópico el limo arcilloso sulfurado, que se forma en la pila de una de las fuentes (la de las Rocas). Todos estos depósitos pueden recojerse, secarse al aire libre, reducirse á polvo y conservarse para emplearlos despues como acabamos de decir.

De las pastillas, tabletas ó grageas minerales.

A imitacion de lo que se hace con las aguas de Vichy, se ha propuesto desde algunos años acá, presentar en forma de tabletas ó de grageas algunos productos estraidos de las aguas minerales, y en el dia al lado de las tabletas podrian citarse las pastillas de Vichy, las de Bussang, de Pougues, de Forges-les-Eaux, de Bonnes, las grageas de Wittel, etc., etc., compuestos farmacéuticos en que se hace entrar uno ó varios de los elementos mineralizadores de tales ó cuales aguas: en unas el *bicarbonato de sosa*, en otras los *principios ferruginosos ó manganesianos reunidos con carbonatos térreos á productos arseniados* y á materias orgánicas, etc., etc. Es preciso confesar que estas preparaciones, que sin embargo tienen sus ventajas, están lejos de representar las aguas minerales cuyos nombres llevan; porque en unas no se ven figurar más que uno ó dos de sus elementos, y en varias se encuentran en un estado diferente del en que están disueltas en el agua: así por ejemplo, las tabletas ferruginosas no contienen mas que óxidos de hierro ó de manganeso sesquioxidado, solos ó unidos, mientras que el agua vírgen los presenta en estado de protocarbonatos, de protoerenatos solubles ó disueltos en un esceso de ácido carbónico. La accion médica y la absorcion deben ser algo diferentes en ambos casos, y aunque no deben desecharse, es menester observar que estas preparaciones hechas con productos naturales, producidos por las aguas, parecen obrar mejor que los compuestos análogos obtenidos enteramente artificiales.

De las tabletas alcalinas llamadas de Vichy.

Darcet es el primero que concibió la idea de esta preparacion, y trató de producirla con el resíduo de la evaporacion de las aguas de Vichy, pero habiendo obtenido solo malos resultados, se decidió á no hacer intervenir en la composicion de dichas tabletas más que la sal que domina en las aguas minerales: el *bicarbonato de sosa*.

Por mucho tiempo se obtuvieron las pastillas de Vichy, con este bicarbonato sódico preparado en grande, en las artes: el Codex y todos los formularios aconsejan su uso para esta preparacion, que desde luego puede considerarse como una imitacion puramente artificial. En el dia, el establecimiento termal de Vichy, con objeto de aproximarse algo más al estado natural de sus aguas, estrae por evaporaciones convenientes las sales solubles y cristalizables que se encuentran en ellas aislando las que quedan insolubles (carbonatos, silicatos térreos, fosfatos, óxido de hierro, etc.) y restituyendo artificialmente á los primeros el ácido carbónico que debe reconstituirlos en su estado primitivo de bicarbonatos. Esto es lo que se llama, *sal de Vichy* como ya hemos dicho antes. En efecto, esta sal debe tener algo mas analogía con las mismas aguas que el bicarbonato de sosa del comercio, con frecuencia impuro y porque contiene tambien algunos de los demás principios del agua mineral de Vichy. Hay, pues, alguna razon para obrar así:

Tabletas ferruginosas y ferro-manganesianas.

Las primeras son principalmente las de Forgues (Sena inferior) y de Bussang (Vosgos): las últimas comprenden las de Vittel (Vosgos): todas están preparadas con los depósitos rojos, ocráceos ó negruzcos que dejan en su tra-yecto las aguas que acabamos de mencionar. Recojidos estos depósitos, se lavan, se pulverizan, y con frecuencia se levigan, para que queden bien té

nues, privados de partes silíceas, y despues secos y reducidos á polvo. Generalmente están formados de sesquióxidos de hierro y de manganeso crenatados, sensiblemente arseniados y de carbonatos térreos.

Hemos encontrado polvo ocráceo recojido en Vitel, lavado y seco que tenia la composicion siguiente:

Carbonato de cal.	12,80	100 (1)
Carbonato de magnesia.	9,09	
Acidos crénico y apocrénico. . . . . (materias orgánicas)	3,85	
Sesquióxido de hierro..	55,95	
Sesquióxido de manganeso.	14,54	
Sílice.	4,27	
Principio arsenical.	muy sensible	
Fosfato terroso.	muy sensible	
Yodo ó yoduro.	vestigios	

Tabletas sulfurosas de Bonnes.

Con dificultad se comprende que se haya tenido la idea de presentar las aguas de Bonnes ú otras cualesquiera, de naturaleza sulfurosa, en forma de tabletas, por que es imposible obtener semejantes preparaciones con algunos productos sulfurosos sacados de estas aguas. En efecto, es sabido con qué facilidad se disipan los principios mineralizadores de esta clase, ó se modifican si se trata del *ácido sulfídrico libre* ó de los *sulfuros*. Así cuando se analizan las tabletas vendidas con el nombre de *pastillas de aguas de Bonnes*, no se encuentra en ellas mas que azufre muy dividido formando una especie de magisterio. La circunstancia de que es imposible obtener por la concentracion de las aguas sulfurosas, productos semejantes á los que contienen, habia hecho ya que propusiera uno de nosotros con la denominacion de *bolos ó grageas* de Enghien una preparacion *completamente artificial*, en la que se hace entrar el sulfuro cálcico con los carbonatos térreos, los sulfatos de cal y de magnesia y el cloruro de sodio. Esta composicion, que se reconoció que era de uso ventajoso, no representaba todavia mas que imperfectamente el agua mineral natural cuyo nombre llevaba. Si la mencionamos es para demostrar que habiamos comprendido perfectamente la imposibilidad de hacer con las aguas sulfurosas naturales ninguna preparacion que de cualquier modo que fuese pudiese asemejarse á ellas, y que en este caso no debia pensarse en conseguirlo ni aun imperfectamente mas que por imitaciones enteramente artificiales.

Otros productos que dan las aguas minerales naturales.

Entre los productos que se encuentran en las aguas minerales hay algunos de naturaleza orgánica ó pseudo-orgánica que se observan en varias de ellas: queremos hablar de las *diversas confervas* y particularmente de la *glairina ó baregina*, así como tambien de la *sulfuraria*.

Estas diferentes materias contienen en un estado particular, quizá como elementos, los principios *yodados, bromados y sulfurados*, cuya accion necesariamente debe presentar muchas ventajas en algunas aplicaciones médicas. Uno de nosotros, que fué el primero que indicó en ellas el *yodo*, habia visto en las aguas de Evaus, en la Creuse, emplear con éxito como tópico las-

(1) *Bulletin de l'Academie de medecine*. 1856, 1857, t. XXII, p. 425.

confervas, que se desarrollan como en Neris en gran abundancia en las antiguas piscinas romanas de las que se ven brotar muchas fuentes. Lo mismo sucedió en el establecimiento termal de Saint-Honoré (Nievre) y en varias memorias hemos creido deber llamar la atencion de los médicos sobre estas diferentes materias, creyendo que podrian ofrecer algun dia útiles recursos á la terapéutica, tanto interior como esteriormente al lado de las esponjas calcinadas, de los polvos de Sency, etc. En el dia parece que piensan ocuparse seriamente de esta cuestion, y todo hace esperar que los resultados corresponderán á las felices previsiones que hay derecho para concebir.

FIN.

INDICE ALFABÈTICO

ANALÍTICO Y RAZONADO DE LAS MATERIAS.

Acetatos, 17, 168; — de potasa, 17, 56, 88.
Acido acético. Su presencia en ciertas aguas, 17; su uso como reactivo, 169, 187.
— apocrénico. Estado natural, 17, 89, 290; dosificacion, 306.
— arsenioso, 168.
— azoótico. Reactivo, 168, 186; dosificacion 240; estado natural, 42.
— benzóico. Reactivo, 170.
— bórico. Estado natural, 17, 51; reactivo 169, 199. dosificacion, 290, 346.
— butírico. Estado natural, 17, 88,
— carboazótico ó pícrico. Reactivo, 170, 274.
— carbónico. Estado natural, 17, 45, 198; reactivo, 156, 168; dosificacion, 245, 248, 292, 296; dosificacion por la hidrotimetria 421; su uso en la preparacion de las aguas artificiales, 429; su adicion á las aguas naturales, 202.
— cítrico. Reactivo, 188.
— cloridrico. Estado natural, 17, 52: reactivo, 184, 272.
— cloroso, 168.
— crénico. Estado natural, 17, 88, 230; dosificacion, 306.
— estáñico. Estado natural, 311; dosificacion 315.
— fluorídrico, 169.
— fluosilícico. Reactivo, 169, 187.
— fórmico. Estado natural 17, 88: reactivo, 170.
— fosfórico. Estado natural, 17, 44; reactivo, 186, 205; dosificacion, 244.
— gálico, 286.
— geico. Estado natural, 17.
— hipoazótico. Reactivo, 168.
— húmico. Estado natural, 89.
— melítico. Estado natural, 17.
— molíbdico. Estado natural 17, 83, 311: reactivo, 186: dosificacion, 314.
— oxálico. Reactivo, 169, 188.
— oxiclórico ó perclórico. Reactivo, 168, 187.
— pirogálico. Reactivo, 188, 286.
— propiónico. Estado natural, 17, 88.
— selénico, 17, 210.
— selenídrico, 210.
— selenioso, 210.
— silícico ó sílice. Estado natural, 17, 49: reactivo, 168, 200: dosificacion, 241, 289, 315.
— sucínico. Reactivo, 170.
— sulfídrico. Estado natural, 17, 53: reactivo, 168, 186, 197; su papel en las aguas sulfurosas, 100: su dosificacion en estas últimas, 331.
— sulfúrico. Estado natural, 17, 48: reactivo 184, 209: dosificacion, 240: dosificacion por los licores graduados, 342: su determinacion por la hidrotimetria, 424.
— sulfuroso. Estado natural, 17, 57: reactivo, 186, 208, dosificacion, 346.
— tánico. Reactivo, 170, 286.
— tantálico. Estado natural, 311: dosificacion 315.
— tártrico. Reactivo, 170, 188, 274.
— titánico. Estado natural, 17, 84, 311: dosificacion 314.
— túngstico. Estado natural, 84, 311: dosificacion, 315.
— úlmico. Estado natural, 89.

Acidos. Caracteres químicos de los, 167.
— orgánicos, 88.
Aforo ó medida de la cantidad de liquido que vierten las fuentes, 149.
Agua. Del agua en la naturaleza, sus diversos estados, su pureza relativa, su composicion química, 13.
— del agua considerada como agente terapéutico, 14
— de lluvia, 379.
— de mar concentrada, 459.
— gaseosa simple ó de Seltz artificial, 426.
— oxigenada. Reactivo, 170, 196.
Aguas ácidas y acídulas, 246, 292, 348.
— acídulas bicarbonatadas, 97, 246, 292, 348, artificiales, calizas, 97, 246, 299. sódicas, 246, 299, sódico-calizas, 246, 300.
— acídulas, bóricas, 300; súlfúricas, 300.
— accidentales, 103.
— alcalinas propiamente dichas, 96.
— alcalinas silicatadas, 94, 96, 245, 288, 348.
— artificiales, 126. Apendice á las, 459.
— bromuradas, yoduradas y bromo-yoduradas 24, 25, 27, 93, 260, 264, 345, 346.
— degeneradas 104, 316: polisulfuradas, hiposulfitadas y azufradas, 316, 317.
— económicas, 375: su análisis por la hidrotimetria, 411.
— ferruginosas, 20, 98, 248, 301, arsenicales, 310: artificiales, bicarbonatadas, 98, 302: bicarbonatadas acidulas, 98, 302: crenatadas, 98, 305, sulfatadas, 303, 349.
— gaseosas. Modo de taparlas, 441.
— insalubres, 399.
— ligeras, 377: pesadas, 377.
— manganesianas y ferro-manganesianas, 307.
— minerales. Ojeada retrospectiva sobre la análisis de las, 156, 232.
— — Su accion medicinal, 28.
— — Su análisis cualitativa 156: cuantitativa, 232: volumétrica ó por los licores graduados, 337.
— — Su clasificacion en géneros y especies 18: termales y frias, 19, 131 termo-minerales; mesotermo-minerales; hipotermo-minerales, 23: fortificantes ó tónicas, alterantes ó correctivas y mistas, 24: hiperstenizantes é hipostenizantes, 24.
— — Su densidad ó peso específico, 162, 234.
— — Su distribucion por medio de conductos y de tubos, 363.
— — Su formacion: de las causas mas probables de esta formacion: formacion de las aguas minerales de diferentes especies, 91.
— — Modo de calentarlas, 363, 365.
— — Modo de tomar las aguas para la análisis y de embotellarlas para el transporte 149: certificado de su toma, época en que debe hacerse, datos que deben acompañar al envio de las aguas 149: modo de cojerlas para transportarlas 150: sustancias accesorias á las aguas que será conveniente acompañar cuando se envien, 155: remesa de las aguas, 155.
— — Su mineralizacion, unida especialmente á causas geológicas, puede esplicarse de un modo muy evidente, 91.
— — Su purificacion, 405.
— — Su termalidad, 131. De las medios de calentarlas y enfriarlas, 365.
Variaciones que esperimentan en su composicion, 91.
— de manantiales, 387.
— muertas. Del desagüe y de los riegos, 394.
— naturales, 103.
— potables, 375, 379. Su análisis por la hidrotimetría, 411.
— habitualmente no potables, 390,
— de pozos, 390, artesianos 391; de aguas vivas y corrientes, 392 de; aguas estancadas, 393.
— de rios, 382.
— salinas, 92, 239, 254; artificiales, 451; boratadas, 92; bromuradas, 260,

261; bromo-yoduradas, 260, 269; cloruradas, 92, 239, 258; — (calizas, magnesianas, y sódicas), 239; nitratadas, 92, 254; sulfatadas, 239, 255; — (calizas, magnesianas y sódicas), 239, 242; yoduradas, 264.
— selenitosas, 93, 392.
— sulfurosas ó sulfuradas, 100, 254, 315, 351; artificiales, 455; cálcicas, 103; degeneradas, 317, 328, 334, magnesianas, 103; sódicas, 103; sulfidratadas, 317, 332, 333, 352; sulfídricas, 103, 254, 316, 317, 352; sulfídricas—sulfidratadas, 316, 332, 352, 370.
Aire atmosférico. Estado natural, 17, 31; contenido en las aguas, 31, 282.
Alcaloides empleados como reactivos, 180.
Alcool. Reactivo, 179.
Alúmina. Estado natural, 69: reacciones de las sales de alúmina, 217: dosificacion, 226, 244: silicatos simples y dobles, 69.
Aluminatos de hierro, de magnesia, de cinc, 70.
Aluminio, 217, sulfuro de, 101,
Alumbres. Estado natural, 71.
Amoniaco (Gas.) Estado natural, 17.
Amoniaco. Estado natural, 59: reactivo, 170, 184: dosificacion, 224, 278; dosificacion por los licores graduados, 346.
— Carbonato y bicarbonato de, reactivo, 189.
— Fosfato de, y de magnesia, 68: sulfato de y de cobre, 171, 191.
— — Sulfidrato de, reactivo, 190.
Amonio, 211.
— — Sulfuro de, reactivo, 190.
Análisis de las aguas minerales. (Ojeada retrospectiva sobre la)
— — definitiva para apreciar la composicion química primitiva de las aguas minerales, 253.
— de las aguas potables y económicas (Método hidrotimétrico), 411.
— de la atmósfera de las estufas y de las salas de inhalacion, 371.
— de los principios elementales disociados y apreciados en el estado elemental, 237. Determinacion de cada uno de los elementos aislados que se encuentran en las aguas minerales, 239.
— cualitativa ó de indicacion, 160.
— cuantitativa. Reflexiones sobre esta análisis. Generalidades y reglas que deben seguirse. 232
— volumetrica ó por los licores graduados. Sus aplicaciones á las análisis de las aguas minerales, 337. Método directo, indirecto, inverso ó por diferencia, 338.
Animales que viven en las aguas minerales, 17, 128; de los infusorios en particular, 128.
Antimonio. Estado natural, 85, 227: reacciones de sus sales, 227.
Antimoniatos. Caracteres distintivos, 175; de potasa granujiento, reactivo de las sales de sosa, 193.
Aparatos para la preparacion de las aguas gaseosas artificiales, anestésico para e ácido carbónico, 447; de Bramah, 438, de Briet, 445; de Duchanoy, 430 de Gaffard, 436, de Ginebra, 437, de Ozouf, 434, de Planche, 430, de Savaresse, 432, de Vernaut y Barruel, 431.
— balneatorios, 363.
— pulverizadores del agua, 370.
Apocrenatos. Dosificacion, 305, de cobre, 306, 230, de hierro, 74, de manganeso, 75.
Arcillas bituminosas, 91.
Arseniatos. Estado natural, 17: caracteres distintivos, 173; de barita, 117; de cal, 66, 177; de cobalto 78; de estronciana, 117; de hierro, 73; de hierro y cal, 73, 82; de sosa, 82.
Arsénico. Estado natural, 80: caracteres, 205: dosificacion, 350.
Arseniosulfuros de cobalto, 78, de hierro (hierro arsenical y mispikel), 73; de niquel, 77.
Arseniuros. Estado natural, 17; de cobalto, 78; de hierro, 74; de niquel, 77.
Arsenitos. Estado natural, 17.
Asfalto, 91.

Atmósfera de las estufas y de las salas de inhalacion (Análisis de la) 371.
Azoatos. Estado natural, 17: su presencia en las aguas de los rios, 385, caracteres y reacciones, 172, 196; dosificacion, 281, de paladio, reactivo, 191; de plata, reactivo, 191; de cal, 65; de magnesia, 68; de plata, 172; de plomo, 172; de potasa en el agua de los pozos de Paris; 44, de protóxido de mercurio, reactivo, 205; de sosa, 59; de uranio, 205.
Azoe. Estado natural 17, 30: reactivo, 195: dosificacion, 243; sulfurado (no existe) 31, deutóxido de, reactivo, 170.
Azúcar, reactivo, 180.
Azufre. Estado natural, 38, 206; dosificacion, 318: obtenido por el paso de las aguas dulces yesosas por terrenos de sedimento, 101: depósito de azufre en ciertas fuentes sulfurosas, 104, magisterio de 54.

B.

Bálsamo de momia, 91.
Bañeras, de la eleccion y distribucion de las, 366, 367.
Baregina, 129, 335; artificial, 128.
Bario. Caracteres de sus sales, 214; cloruro de, 61; deutóxido de, reactivo, 188.
Barita. Estado natural, 61; reactivo 171; arseniato de, 117; carbonato de, 61, 173; sulfato de, 61.
Bases alcalinas térreas y metálicas, 55.
Becina. Reactivo, 180, 265.
Benzoatos. Reactivo. 175.
Betun, 17; glutinoso, 90; de Judea, 91; elástico ,91.
Bicarbonatos. Estado natural 17, 199: caracteres distintivos, 172, 199: su valuacion en las aguas acídulas, 299; de cal, 64, 215; de hierro, 73; de magnesia, 68, 172; de manganeso, 75; de potasa, 95; de sosa 58, 211; su uso en la preparacion de las aguas gaseosas artificiales 436.
Bimetantimoniato de potasa, reactivo, 193, 227.
Bituminosas. Materias. Su presencia en ciertas aguas, 89.
Bombillas, 339.
Boratos. Estado natural, 17: caracteres distintivos, 174, 200; de magnesia 69; de sosa, 59.
Borax, 59.
Boro, 199: sulfuro de, su descomposicion por el vapor de agua, 101.
Botellas mecanizadas de Ozouf, 435.
— modo de poner cápsulas á las, 443; de sujetar los tapones, 442; de embrearlas y lacrarlas, 154; de destaparlas (tirabuzon mecánico), 448.
Brea mineral, 90.
Bromo. Estado natural, 34: reactivo, 202: dosificacion, 242, 343: dosificacion por los licores graduados, 345, 346.
Bromuros. Estado natural, 17: caracteres distintivos, 109, 176, 202: su investigacion en las aguas cloro-bromuradas, 363: id en las aguas sulfurosas, 334; de magnesio, 68; de potasio, 56; de sodio, 59.
Buretas, 339.
Buretas, 368; de aguas artificiales, 448; portátiles, 374.

C.

Cal. Estado natural, 63: reactivo, 170, 213, 183: dosificacion, 241: su separacion de la magnesia, 272: dosificacion por los licores graduados, 345, 352: dosificacion por la hidrotimetría, 416: arseniato de, 66, 73, 82, 117: bicarbonato de, 64, 215; carbonato de, 64, 229: su uso en la preparacion de las aguas de Seltz artificiales, 429; fosfato de, 66; silicato de, 66; sulfato de, 66, 170: forma la base de las aguas selenitosas, 94, 388.
Calcio. Caracteres de sus sales, 215; cloruro de, 66: reactivo, 183; fluoruroede, 66, sulfuro de, 66: forma la base de las aguas sulfuradas cálcicas, 164.
Cantidad de líquido qne vierten las fuentes, 155.
Caracteres organolépticos, 161; físicos, 162; químicos, 163.

Carbonatos. Estado natural, 17, 199: caracteres generales, 172, 199; de alúmina, 71; de amoniaco, 178, 189; de barita, 61, 173; de cal, 64, 173, 429; de cinc, 76; su dosificacion en las aguas sulfurosas, 335; de estronciana, 63; de hierro, 73; de magnesia, 68; de manganeso, 173; de plata, 190; de plomo, 173; de potasa, 189, 172; de sosa, 58, 172, 189.
Carbono, 198; óxido de, 41, 198.
Cauchú mineral, 91.
Cerio. Estado natural, 17, 86; caracteres especiales, 228.
Cianoferrido de potasio. Reactivo, 192.
Cianoferruros: caracteres generales 176: de plata, 191; de potasio, 192.
Cianógeno: bromuro de 203, 269, 271: cloruro de, 269, 271: yoduro de, 204, 269, 271.
Cianuros, 176: de plata; reactivo, 191, 267.
Cienos que dejan las aguas minerales, 110.
Cinc. Estado natural, 76: caracteres distintivos, 166, 220: separacion del cobalto, el hierro, el manganeso y el niquel, 312: su influencia sobre las aguas de lluvia, 381.
Circona. Estado natural, 87; dosificacion, 277.
Circonio, 218.
Clasificacion de las aguas minerales, 18: geológica quimica, terapéutica, 13.
Cloratos, 174.
Cloro. Estado natural 10, 34: reactivo, 201: dosificacion, 240: dosificacion por los licores graduados 344.
Cloroformo. Reactivo, 188.
Cloruros. Estado natural, 17. Reactivo y caracteres distintivos, 167, 175, 202: de bario, 61, 188: de cálcio, 66, 188: de cobre (proto) 176, 189: de estaño, 188: de oro, 176, 189: de paladio, 176: de platino (bi), 176, 189: de potasio, 58: de sodio, 59.
Cobalto. Estado natural, 77, 311: caracteres distintivos, 222; su separacion del niquel, 311: del hierro, del manganeso, del niquel y del cinc, 312.
Cobre. Estado natural, 17, 78: reactivo, 182: caracteres distintivos, 222: dosificacion, 309: apocrenato de. 230, 306.
Colombio. Estado natural, 86: caracteres distintivos, 229.
Concomitancias, 14.
Confervas, 17, 118: que es lo que se designa con este nombre: las especies mas comunmente reconocidas en las diversas aguas minerales: su estudio superficial bajo el punto de vista químico y botánico, 118.
— de alumbre, 48: su aplicaeion terapéutica.
Conservacion de las aguas, 363, 367.
Crenatos. Dosificacion, 306: de hierro, 74: de manganeso, 75: de potasa y sosa, 89.
Cuarzo termógeno, 50: néctico, 50.
Cuerpos mineralizadores contenidos en las aguas, 30.
Cúrcuma. Reactivo, 199, 290.

D.

Densidad de las aguas, 162, 234: de las aguas de rio, 386.
Depósitos abandonados por las aguas minerales, 110: recojidos en las aguas.
Desagüe, 395: sus aplicaciones á la agricultura y para la provision de las grandes ciudades, 395.
Didimio, 86.

E.

Elaterita, 91.
Elementos mineralizadores de las aguas: su enumeracion: sus diversos estados en la naturaleza y en las aguas: sus caracteres distintivos especiales, 28.
Embotellado de las aguas, 149: de las aguas gaseosas, 441.
Erbina, 88, 218.
Enfriamiento de las aguas minerales, 365.
Esencia de trementina. Reactivo, 180.
Estaño. Estado natural, 17, 80: cloruro de, reactivo, 224.

Estronciana. Estado natural, 62: caracteres distintivos, 277: dosificacion, 277: arseniato de, 117, carbonato y sulfato de, 63.
Estroncio, 214.
Estufas, 368: análisis del aire de las, 371.
Eteres acético y sulfúrico. Reactivos, 179.
Eudiómetros, 284.
Evaporacion ó concentracion de las aguas minerales y de los productos derivados de su análisis ó que se refieren á ella. Discusion sobre este punto, 234. Métodos y aparatos para efectuar la evaporacion de las aguas, 235.

F.

Ferrocianatos, 176.
Filtracion de las aguas impuras, 408: Filtros Fonvielle y Souchon, 408 y siguientes.
Fluoboratos, 174.
Fluor y fluoruros, 200, 289; de calcio, 66; su presencia en el ácido sulfúrico, 184.
Fluosilicatos, 174.
Formacion de las aguas minerales; sus causas mas probables; diversos ejemplos, 91: de las aguas ácidas, bicarbonatadas, calizas ó alcalinas, y de las aguas acídulas, 97: alcalinas propiamente dichas, 96: ferruginosas, 98: salinas propiamente dichas, 92: sulfurosas 100: de los travertinos, 110.
Formiatos, 175.
Fosfatos, 17, 173. Dosificacion, 279; de alúmina, 71; de amoniaco, 173; de cal, 66; ferroso y férrico, 73; de magnesia, 68, 173, 190; de magnesia y de amoniaco, 68, 173; de manganeso, 75; de plata, 173, 190; de plomo, 173; 190; de potasa, 56, 173, 190; de sosa, 173, 190; de sosa y litina, 291.
Fósforo. Reactivo, 166, 204.
Fosfuros de hierro, 73.
Fuego grison, 40.
Fuentes. Procedimientos é instrucciones empleadas para medir de un modo exacto la temperatura de las, 233: aforo ó cantidad de líquido que vierten, 155: cuadro comparativo de la temperatura de las principales fuentes termales, 147.
— ardientes, 41; incrustantes, 64.

G.

Garrafa hidrárgiro-neumática para la análisis de los gases, 283.
Gases desprendidos de las fuentes, 282; disueltos en las aguas, 17, 286.
— Cálculos para reducirlos á un estado comparativo de volúmen, y por consiguiente de peso, 284.
Glairina, 335.
Glucina. Estado natural, 86, 276. Reaccion de las sales de, 215; dosificacion, 217; silicato de, 87.
Grageas minerales, 64.
Grés bituminoso, 91.
Grison, 40.

H.

Hidrógeno. Estado natural, 34; sus reacciones, 166, 197.
— fosforado, 205.
— polisulfurado, 207.
— protocarbonado. Estado natural, 17, 40, 197; sus caracteres distintivos, 197: dosificacion, 282.
— sulfurado. Estado natural, 207: reactivo, 186, 197, 207; su dosificacion en las aguas sulfurosas, 331.
Hidrosa, 125.
Hidrotimetría, 411. Determinacion del grado hidrotimétrico de las aguas, 420: es-

cala hidrotimétrica de aguas de manantiales y de rios, 421.
Hidrotímetro, 412 y siguientes.
Hierro. Estado natural, 71 : caracteres de sus sales, 218 : crenato de, 74: dosificacion, 202, 350: dosificacion por los licores graduados, 350 : separacion del hierro, del manganeso, del niquel y del zinc, 312: su presencia en las confervas, 121: apocrenato de, 74: arsenito de y de cal, 73: arsenito de, 73: percloruro de, reactivo, 88 : protóxido de, 195: sub-yoduro básico de, 307: sulfuro de, 74.
— arsenical, 74.
— carbonatado, espático, litoideo, 73.
— limoso ó de los pantanos, 73: oxidado pseudo-mórfico, 73.
Hiposulfitos. Estado natural, 17, 172: reacciones, 171, 209.
Humina, 89.

I.

Incrustaciones. Su formacion, 64, 388: medios de destruirlas en las calderas de vapor, 424.
Indigo. Reactivo, 280.
Infusorios que viven en las aguas minerales, 128.
Itria, 87, 118.
Itrio, 218.

K.

Karabé de Sodoma, 91

L.

Lagoni, 41.
Lantano, 86.
Licores graduados. Métodos generales para la preparacion de los, 320.
Líquidos concentrados ó sales estraidas de las aguas, 459.
Litina. Estado natural, 57: caracteres distintivos, 213: dosificacion, 297, 345: fosfato sódico-lítico, 291.
Litio, 213.

M.

Magnesia. Estado natural, 67: reactivo, 171: caracteres distintivos, 171, 215: dosificacion, 241: dosificacion por la hidrotimetría, 421: dosificacion por los licores graduados, 343: separacion de la cal, 272: azoato de, 68: borato de, 69. carbonato de, 64, 190: y bicarbonato de, 68, 172, 190: fosfato de, 86, 173: y de amoniaco, 68, 173, 189: silicato de, 68: sulfato de, 67, 172.
Magnesio. Caracteres de sus sales, 215: bromuro de, 66 : cloruro de, 66 : reactivo, 176: sulfuro de, 190: yoduro de, 68.
Malta, 90.
Manganeso. Estado natural, 74, 307: caracteres distintivos, 220; dosificacion, 307, 350; dosificacion por los licores graduados, 350; separacion del cobalto, el hierro, el niquel y el cinc, 312: su presencia en las confervas 117, apocrenato de 66, bicarbonato de 76, bióxido de 171, carbonato de 173, crenato de 76, cloruro de 76, 188, óxido de 76, fosfato de 76, sulfato de 76, 171; silicato de 76.
Manómetros, 439.
Matraz cubeta de Longchamps, 236.
Materia verde 128.
Materias bituminosas, 89.
— colorantes, 180.
— orgánicas 17, 179, 229; en disolucion en las aguas sulfurosas principalmente 336, su presencia en las aguas potables 378, vegeto-animal, ¡bituminosa, sub-resinosa, glerosa, colorante, extractiva 118, 229.
Mezclas que se encuentran en las aguas y que es útil poder separar de ellas, 272.
Mercurio, 167.
Metales, 166.
Metaloides, 166.

Miel, 180.
Minerales ferruginosos de aluvion, 73.
Mineralizadores. Reactivos especiales á ciertos principios 194.
Mineralizacion de las aguas, 16.
Mispikel, 74.
Mofetas, 373.
Molibdatos, 175, 205.
Molibdeno. Estado natural, 83; caracteres de las sales, 227.

N.

Nafta, aceite de, 90, 180.
Natron. Su presencia en ciertos lagos natríferos, 58.
Nieblas marinas, 60.
Niquel. Estado natural 76, 311, caracteres de las sales de 221, separacion del cobalto 311, del hierro, del manganeso y del cinc 312, antimonial 77.
Nitro, 56.
Nitro-ferricianuro de sodio: reactivo, 192.
Nitroprusiatos 177, de sosa, reactivo, 192.

O.

Oro. Cloruro de, reactivo 176, 189, 229.
Oxicloratos 174, de potasa y de sosa: reactivo, 274.
Oxidos metálicos 170, de antimonio 85, de cobalto 78, de hierro 73, de manganeso 76.
Oxidos metaloídicos, 170.
Oxígeno. Estado natural 17, 30; reactivo 194; dosificacion 243; dosificacion por la análisis volumétrica 347.
Ozono, 29.

P.

Paladio. Azoato y cloruro de: reactivo, 191, 204, 266.
Papeles reactivos, 181.
Pastillas minerales.
Percloratos, 174.
Permanganatos 174; de potasa, reactivo, 193; cianoferruro y cianoferrido de, reactivos 192, sulfuros de, 178, 190.
Petróleo, 90.
Pez mineral, 90.
Pireneina, 122.
Pisasfalto, 90.
Pisolitas y grajeas de Tívoli, 64.
Plata. Estado natural, 17: caracteres distintivos, 167, 223, 225: óxido de, 171: azoato, carbonato, fosfato y sulfato de, reactivos, 190, 191: cianuro y cianoferruro de, 191.
Platino, 167: bicloruro de, reactivo, 189.
Plomo. Carbonato, fosfato y sulfato de, reactivos, 173, 190: caracteres de las sales de, 226.
Polisulfuros, 207.
Polvo de agua, 370.
Potasa. Estado natural, 55: caracteres distintivos, 170, 182, 210: dosificacion, 241; dosificacion por los licores graduados, 343, 344: su separacion de la sosa, 273: antimoniato granujiento ó bimetantimoniato de, 44: carbonato y bicarbonato de, reactivo, 193: azoato de 172, 189: crenato de, 89: permanganato de, reactivo, 193: fosfato de, 56: sulfato de, 56.
Potasio, 210: bromuro de, 56: cloruro de, 56, 96.
Productos estraidos de las aguas minerales naturales y modificados ó dispuestos por procedimientos artificiales.
Purificacion y preparacion de ciertos reactivos, 182.
— de las aguas, 405.

R.

Reactivos. Papeles, 181.
— para reconocer y caracterizar los principios mineralizadores de las aguas, 160.
— propiamente dichos, 165.
— especiales á ciertos principios mineralizadores de las aguas, 194.
Riegos, 398, 405.

S.

Sal gemma, 58: presencia del yoduro de sodio en la, 166: forma la base de las aguas salinas cloruradas, 93.
Salas de inhalacion, 368: análisis de la atmósfera de las estufas y de las, 371.
Sales ó compuestos salinos, 171: haloideas, 175: estraidas de las aguas minerales, 159.
Salitre. Su presencia en algunas fuentes de la Hungría, 56.
Sanidad de las grandes ciudades, 399.
Selenio y seleniuros, 17, 210.
Sesquicarbonatos, 17, 199: de sosa, 58.
Scheelin calizo ó wolfram blanco, 84.
— ferruginoso, 84.
Silicatos, 17, 174, 200: dosificacion, 289: su solubilidad en los álcalis, 95: su presencia en las aguas sulfurosas, 106, 335: de alúmina simples y dobles, 69: de cal, 66: de glucinio, 87: de magnesia, 68. de manganeso, 76.
Silice, 17, 289: su presencia en el agua de los geysergs de Islandia y en ciertas aguas minerales llamadas silicatadas, 94.
Silicio, 200: sulfuro de, descompuesto por el agua, 101.
Sodio, 210: bromuro de, 59, 93: cloruro de, 58,93: cianuro de, 192: nitroferricianuro de, 192: sulfuro de, 178, 190, 207: yoduro de, 58, 93: el monosulfuro es el que forma la base de las aguas sulfuradas sódicas, 462.
Sosa. Estado natural, 57: caracteres distintivos, 170, 211: su purificacion, 183: dosificacion, 241: idem por los licores graduados, 344, 345: su separacion de la potasa, 273: arseniato de, 82: azoato de, 59: borato de, 59; carbonato, bicarbonato y sesquicarbonato de, 58, 59, 93, 190: crenato de, 89: fosfato de, 59, 173, 190: nitroprusiato de, reactivo, 192: oxiclorato de, reactivo, 274: sulfato de, 59.
Sucinatos, 175.
Suffioni, 52.
Sulfatos, 17, 171, 210: ácidos, 210: de alúmina, 71, 171: de barita, 61: de cal, 66, 171: forma la base de las aguas selenitosas, 388: de zinc, 77, 190: de cobre, 191: de cobre amoniacal, 290, 291: de estronciana, 63: de hierro, 74, 191: de magnesia, 191: su presencia en ciertas aguas de la Suavia y en las de Montmirail, 93, de manganeso, 76, 171: de plata, 190, 191: de plomo, 173, 190: de potasa, 56: de sosa, 59.
Sulfidrometría ó sulfurometría, 320.
Sulfidrómetro. Tabla para el, 324.
Sulfitos, 17, 172, 208.
Sulfocianuros, 179.
Sulfodipterosa, 125.
Sulfomucosa, 125.
Sulfosales, 175,
Sulfuraria, 122, 335.
Sulfuridrina, 125.
Sulfurina, 125.
Sulfuros, 17, 207: su dosificacion en las aguas sulfurosas, 330, 333. de aluminio, 101:

de amonio, 190: de arsénico, 82: de boro, 101: de calcio, 66: mineraliza las aguas sulfuradas cálcicas, 105: de carbono, 166, 263: de zinc, 76: de cobre, 79: de hierro, 74, 101: de magnesio, 190: de potasio, 190: de silicio, 101: de sodio, 190: mineraliza las aguas sulfuradas sódicas, 105.
Sulfurosa, 125.
Sustancias mineralizadoras, 16: orgánicas 88: particulares indicadas en las aguas minerales y demostradas por algunos químicos, 311.

T.

Tabla para el sulfidrómetro, 324.
— para la correccion de las diferencias producidas por la dilatacion ó la contraccion de la tintura de yodo, bajo la influencia de las variaciones de temperatura, 325.
Tabla que representa varios compuestos definidos gaseosos, ácidos y salinos, destinados á facilitar los cálculos para las análisis de las aguas minerales, 353 y siguientes.
— comparativa de la temperatura de las principales fuentes termales, 147.
— de las confervas contenidas en las aguas minerales, 127.
— que representa la relacion que existe entre el aumento de una temperatura y la profundidad á que se penetra en el seno de la tierra, 136.
Tabletas, pastillas ó grajeas minerales, 461: alcalinas de Vichy, 461: ferruginosas y ferro-manganesianas, 461: sulfurosas de Bonnes, 462.
Tántalo. Estado natural, 17 86: caracteres distintivos, 229.
Tartratos dobles, 175.
Temperatura de las fuentes: modo de determinarla, 131, 233: de las aguas de rio, 386; Influencia de la baja temperatura de ciertas aguas para la salud, 392.
Terbina, 88, 228,
Termalina, 118.
Termalidad de las aguas minerales; de las diversas teorías con que se ha querido esplicar el calor propio de las aguas termales; de los procedimientos é instrumentos empleados para medir con exactitud la temperatura de los manantiales, 131.
Termómetros. Tetraceutígrado de Walferdin, 141; metastásico del mismo, 142: de máxima y mínima, 144.
Titano. Estado natural 84; caracteres distintivos, 228:
Transporte de las aguas, 149, 363, 367.
Travertinos. Formacion de los, 110.
Tripoli, 51.
Tubérculos ferruginosos formados por ciertas aguas, 388.
Tungstato de cal ó scheclin calizo, 67, 84.
Tungsteno. Estado natural 7, 84: caractéres distintivos, 228.

U.

Ulmina, 87.
Urano. Azoato de, reactivo, 205, 280.

V.

Variaciones que esperimentan las aguas minerales en su composicion, 107.
Vasos sifoides, 444: moderador de Bricl, 445.
Vegetales que viven en las aguas minerales, 118.

Y.

Yeso, 65.

Yodo. Estado natural 36; caractéres distintivos 166, 203; dosificacion 242; por los licores graduados 346; su presencia en las confervas 121; su presencia en las aguas potables, 378.
Yoduros. Estado natural, 17, caracteres y uso como reactivos, 166, 176, 203; su presencia en las aguas sulfurosas, 334.
— de amonio, 38; de magnesio 68; de potasio 56.
— de hierro básico. 307.
— de sodio, 59, 106.

Z.

Zoogeno, 118.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

WELLCOME
LIBRARY
INSTITUTE