

MUNNER



ANÁLISIS

QUÍMICO



SEGUNDA

EDICION



1874

L47

1714

ANÁLISIS QUÍMICO
DE
APLICACION Á LAS CIENCIAS MÉDICAS

EXTRACTO DE LAS LECCIONES EXPLICADAS

POR EL

Dr. D. Vicente Munner y Galls

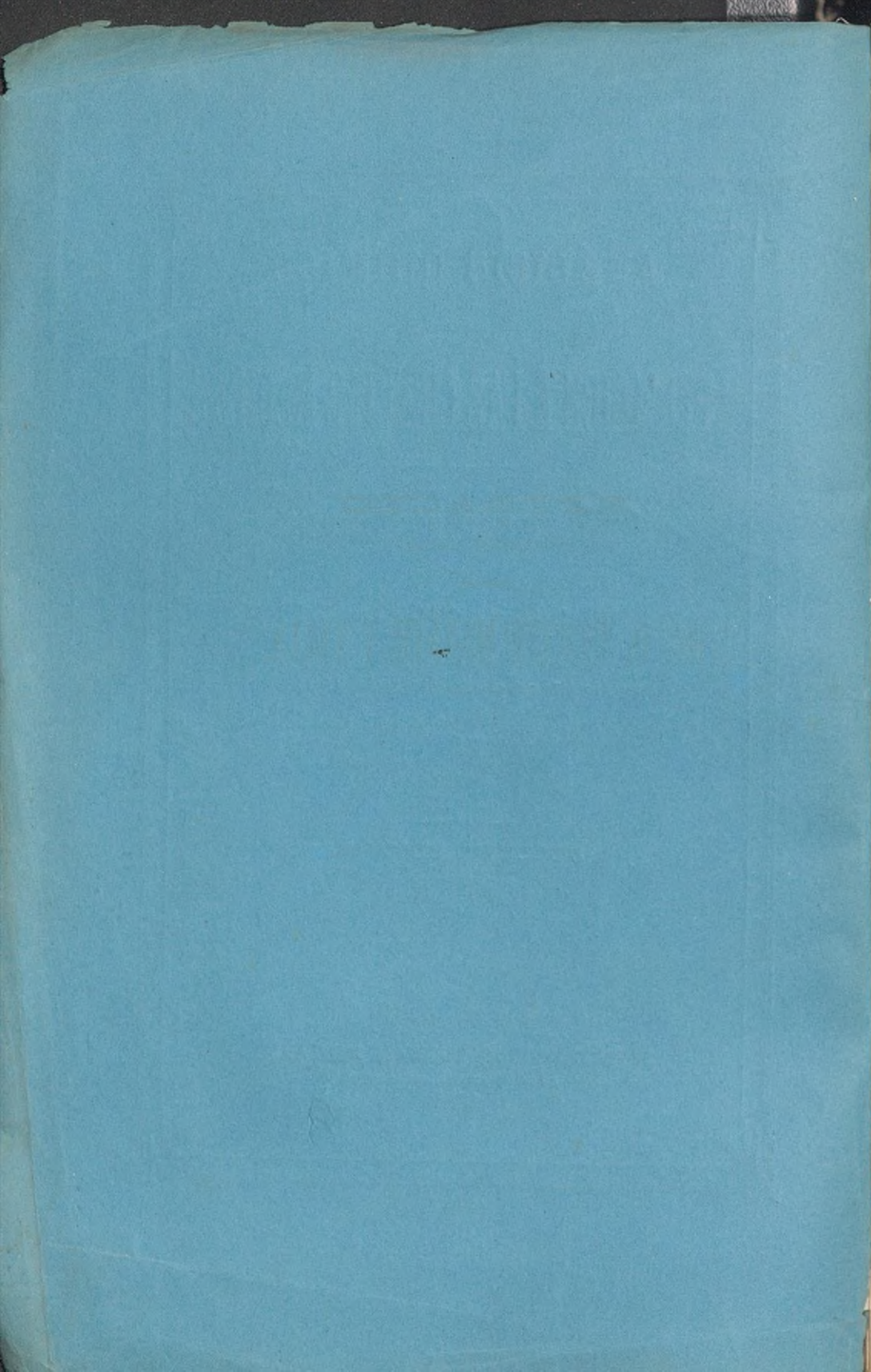
Catedrático de Farmacia en la Universidad literaria de Barcelona.

4577

SEGUNDA EDICION.

BARCELONA.
ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE JAIME JEPÚS.
CALLE DE PETRITXOL, NÚM. 40, BAJOS.
1874.

18.2/60
Ley 1848



25-3^a bin

697-1714

EXTRACTO

DE LAS LECCIONES EXPLICADAS

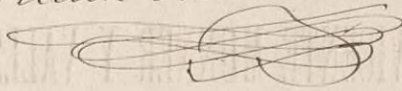
POR EL

DR. D. VICENTE MUNNER Y VALLS.

4577

EXTRACT

Vicente Minner



96-16

EXTRACTO

DE LAS

LECCIONES EXPLICADAS

POR EL

DR. D. VICENTE MUNNER Y VALLS,

EN LA CÁTEDRA DE ANÁLISIS QUÍMICO DE APLICACION Á LAS CIENCIAS MÉDICAS

INSTALADA POR LA

EXCMA. DIPUTACION PROVINCIAL

DE BARCELONA.

—1045—
SEGUNDA EDICION.
—1045—

BARCELONA.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE JAIME JEPÚS.

CALLE DE PETRITXOL, NÚM. 10, BAJOS.

1873.

*1.^a = Feb. 1.^o
79.*

ES PROPIEDAD.

R. M.



PRÓLOGO.

Cuando en 1868 se estableció en esta capital la enseñanza de las materias que constituyen la ampliacion de las Facultades, ó sean las cátedras del Doctorado, recibimos de la Excm. Diputacion provincial el honroso encargo de desempeñar la de *Análisis química de aplicacion á las ciencias médicas*, y á este fin discurrimos acerca los tratados á que debiamos dar preferencia en nuestro programa, ya que se trataba de satisfacer á la vez los deseos y necesidades de los profesores de Medicina y de Farmacia, y que era limitado el tiempo de que podiamos disponer para su desarrollo.

Una vez formulado el plan del curso, y en la imposibilidad de darle la extension que la importancia de la materia reclamaba, dejamos de ocuparnos de algunos tratados correspondientes á cada una de las tres partes en que aquel habia quedado dividido, y si bien las materias que dejamos de explicar correspondientes al grupo de las *Substancias alimenticias* y aun á los *Líquidos y tegidos del organismo* pueden considerarse como de segundo orden atendida su importancia, no puede decirse lo mismo de las correspondientes á la parte tercera del curso, ó sea al *Análisis químico toxicológico y legal*.

El estudio de las manchas de sangre y licor espermático, de los documentos que se presume están falsificados, de las monedas y vagilla de oro y plata es tan importante, que tuvimos un verdadero sentimiento por no haberlo podido hacer en cátedra, y esta es la razon de que no aparezca en los extractos que nuestros discípulos empezaron á hacer de nuestras lecciones, y que por nuestra cuenta tuvimos que ultimar, en vista de las dificultades que se les fueron presentando y del deseo que en nosotros despertara de procurarles un texto el entusiasmo que por los estudios químico-analíticos de aplicacion á los diversos ramos de la ciencia de curar pusieron de manifiesto.

Agotada hace ya mucho tiempo la edicion de los apuntes ó *Extracto de las lecciones de Análisis químico de aplicacion á las ciencias médicas*, y ante el sinnúmero de pedidos que de dicho opúsculo se

nos habian hecho, concebimos la idea de publicar una segunda edicion, pero ampliada á fin de que pudiera servir á un tiempo de texto en las cátedras de la mencionada asignatura, y de consultor ó guia para los profesores de Medicina y de Farmacia en la resolucion de los arduos problemas que en su práctica pueden presentarse. En una palabra nos propusimos publicar un verdadero *Tratado de Análisis químico de aplicacion á las ciencias médicas*, para el cual tenemos acopiados ya muchos materiales.

Mas como la publicacion de semejante obra exige aun mucho tiempo, dada su extension y la conveniencia de que los procedimientos analiticos vayan ilustrados con los correspondientes grabados, á fin de que de ellos puedan sacar partido todos los profesores, siquiera tengan conocimientos medianos de la Química general; y de otra parte es perentoria la necesidad de un texto para los alumnos de Farmacia y para los profesores de ambas facultades, que desean dedicarse á la Química analítica, nos hemos creido en el deber de publicar una segunda edicion del *Extracto de nuestras lecciones de Análisis químico de aplicacion á las ciencias médicas*, en la que además del contenido en la primera, aumentado con importantes notas, y de las mejoras introducidas en su parte material, se llene el vacío que en la misma dejaba la falta de datos relativos á las cuestiones químico-legales más comunes, aunque no sea mas que en compendio y al alcance de los aspirantes al Doctorado en Medicina y en Farmacia.

Al hacer el estudio de las bases minerales dejamos de ocuparnos de las de los grupos 5.^o y 6.^o, cuyos caracteres específicos no espusimos, para huir de repeticiones, toda vez que la mayor parte de los oxidos comprendidos en los mismos debian ser mas adelante objeto de nuestras investigaciones químico-toxicológicas. Esto dió lugar á que en la primera edicion del extracto de nuestras lecciones no se continuasen las propiedades distintivas de los oxidos argéntico y bismútico, correspondientes al grupo 5.^o, ni de los aúrico y platínico que pertenecen al 6.^o, pues no suelen comprenderse en el grupo de las substancias tóxicas; y como no vimos los ensayos de las monedas y vagilla de oro y plata que es donde hubieramos tenido necesidad de ocuparnos de estos oxidos metálicos, resultó un nuevo lunar que hoy procuraremos desaparezca igualmente.

El deseo de satisfacer cuanto antes una necesidad apremiante de la enseñanza, es por lo tanto el móvil que nos impulsa á publicar esta segunda edicion, antes de dar á luz el *Tratado de Análisis químico*, que dejamos anunciado.

Vicente Munner.

ANÁLISIS QUÍMICO

DE

APLICACION Á LAS CIENCIAS MÉDICAS.

LECCION PRIMERA.

Plan del curso.

Como varían los senderos por los cuales la Química general llega á influir en el progreso de las diferentes ciencias, artes é industrias, que de su auxilio necesitan, así son diferentes los puntos de vista bajo los cuales puede estudiarse la Análisis química.

No es dudosa para nosotros la eleccion del terreno en que debemos colocarnos, para hacer provechosas nuestras investigaciones químico-analíticas, tratándose del complemento ó ampliacion de los estudios de las facultades de Medicina y de Farmácia.

Si no fuera suficiente el simple título de esta asignatura *Análisis químico de aplicacion á las ciencias médicas*, bastaría discurrir por un momento acerca las necesidades y aspiraciones de nuestros discípulos, para comprender que por interesantes que sean los estudios del análisis en sus aplicaciones á la Minería, á la Agricultura, á la Tintorería y á las artes todas, no deben formar el objeto de nuestras tareas, como quiera que de nada pueden servirnos en el ejercicio de nuestras respectivas profesiones. Por el contrario, el análisis químico de aplicacion á la Higiene, á la Fisiología, á la Patología y á la Toxicología son ramas importantes de la Química general, que influyen poderosamente en el progreso de la Medicina y de la Farmácia prácticas, ora facilitando el diagnóstico de ciertas enfermedades, ora señalándonos la causa de las alteraciones que experimenta el organismo, ora en fin poniendo en nuestras manos poderosos recursos con que distinguir en casos dados la muerte natural, de la ocasionada por la accion ó presencia de una sustancia venenosa.

Fácil es comprender despues de estas indicaciones, que el estudio analítico de las *materias alimenticias* debe constituir uno de nuestros principales tratados, atendida su importancia bajo el punto de vista higiénico; que debe ser otro igualmente importante *el estudio de los líquidos y tejidos del organismo*, á fin de podernos formar cargo de las funciones que cada uno de ellos desempeña en estado de salud, como en el de enfermedad; y que deben finalmente ser estudiadas las *sustancias tóxicas*, tales

como se presentan en la economía, á fin de disponerlos para resolver las múltiples é intrincadas cuestiones de Química legal.

Tal es en rápido bosquejo el programa del presente curso, programa que algo mas detallado á fin de poner de manifiesto los diferentes capítulos en que cada una de sus partes se subdivide, creemos conveniente desarrollar en una tabla para que se vea desde luego cual es el punto donde pretendemos dirigirnos, y cual la senda que al mismo nos debe conducir.

TABLA DE LOS CAPÍTULO QUE FORMAN EL CURSO DE ANÁLISIS QUÍMICO
DE APLICACION Á LAS CIENCIAS MÉDICAS.

PARTE 1.^a—*Análisis de los alimentos.*—Capítulo 1.^o Agua pura, aguas potables y como apéndice las aguas minerales.—2.^o Aire atmosférico.—3.^o Harina de trigo.—4.^o Pan.—5.^o Vino.—6.^o Vinagre.—7.^o Cerveza.—8.^o Alcohol y aguardientes.—9.^o Leches.—10. Chocolates.—11. Artículos de confitería y pastelería.—12. Azúcar.—13. Aceites.

PARTE 2.^a—*Líquidos y tejidos del organismo.*—Capítulo 1.^o Sangre.—2.^o Quilo.—3.^o Linfa.—4.^o Leche.—5.^o Líquidos del huevo.—6.^o Moco.—7.^o Saliva.—8.^o Jugo gástrico.—9.^o Bilis.—10. Jugo pancreático.—11. Jugo intestinal.—12. Escrementos.—13. Sudor.—14. Orina.—15. Tejido oseó.—16. Id. dentario.—17. Id. cartilaginoso.—18. Id. celular.—19. Id. elástico.—20. Id. corneo y capilar.—21. Id. nervioso.

PARTE 3.^a—*Análisis químico, toxicológico y legal*.—Capítulo 1.^o Caracteres específicos de los principales venenos minerales, como sales de mercurio, de cobre, compuestos arsenicales, fósforo, etc.—2.^o Clasificación de los venenos orgánicos y caracteres específicos de los principales.—3.^o Procedimiento general toxicológico, ó sea conjunto de operaciones que hay que practicar en la investigación de toda clase de venenos que pueden hallarse en las vísceras animales.—4.^o Estudio de las manchas de sangre y de licor espermático.—5.^o Falsificación de documentos.—6.^o Id. de monedas y vagilla de oro y plata.—7.^o Reconocimiento de las armas de fuego.

Por la tabla que antecede se echa de ver que en el grupo de los *alimentos* se colocan en primer término el agua y el aire, cuya importancia en las funciones del organismo es bien conocida, y cuya composición nos interesa conocer para facilitar el estudio de las demás sustancias, llamadas alimenticias aun entre el vulgo.

Las aguas minerales conocidas con el nombre de *medicinales* forman un gran apéndice del capítulo *agua pura y aguas potables*; pues estudiadas estas, se tiene ya andado la mitad del camino para hacer un estudio provechoso de la Química hidrológica, á la que destinarémos algunas lecciones.

Al ocuparnos del aire atmosférico y de su composición no podremos menos de estudiar el *ozono*, examinando hasta que punto es fundada la impor-

tancia que se le ha dado por algunos autores al formarse cargo de las causas que influyen en el desarrollo de las enfermedades llamadas epidémicas; y señalando los medios de que la ciencia dispone para poner de manifiesto su presencia en la atmósfera.

No será igual la extension que darémos á los demás capítulos, pues fácilmente se comprende que el estudio del azúcar, cerveza, vinagre, etc., no puede llamar tanto nuestra atencion como la del pan, del vino y de las leches, ya se atienda á la escala en que unos y otros cuerpos se usan, ya á los fraudes de que en el comercio son objeto.

Respecto á *los líquidos y tegidos del organismo* hemos de notar, que sin perjuicio del estudio analítico, ya teórico ya práctico, que de algunos de ellos hagamos, debe formar parte de nuestras investigaciones la relacion entre la naturaleza de los principios inmediatos que los constituyen y los que antes habremos hallado en las sustancias alimenticias, por cuyo medio nos formaremos cargo de las metamorfosis y alteraciones de toda clase que estos hayan debido experimentar antes de adquirir las condiciones indispensables para figurar en la constitucion de los referidos líquidos y tegidos; lo cual nos servirá de mucho para comprender el verdadero mecanismo de las funciones de nutricion.

Es escusado advertir que, segun la importancia respectiva de los capítulos que forman esta segunda parte del curso, así variará la extension de cada uno de ellos, extension que de otra parte debemos su-

bordinar al tiempo de que para recorrer el conjunto de nuestro programa podemos disponer. Podremos en consecuencia estudiar someramente los excrementos, las exudaciones, etc., pero deberémos fijarnos mucho en el *jugo gástrico* y la *bilis*, así como en la naturaleza y cantidad de los principios inmediatos de la *orina*, toda vez que está probado que existe cierta relacion entre la cantidad de urea, de azúcar, y de albúmina, etc., que existen en dicho líquido y la naturaleza de ciertas enfermedades que importa combatir.

Por lo que toca al análisis químico toxicológico, despues de estudiar los caractéres físicos de las sustancias venenosas puras, así de naturaleza mineral como orgánica, nos ocuparémos de las operaciones practicables al tratarse del análisis de las vísceras, entrando luego en los análisis particulares de las manchas de sangre, de los documentos, ligas de oro y de plata, etc., etc., á cuya última parte destinarémos todo el tiempo que tengamos disponible, pues como es bien sabido pudiera por sí sola ofrecer materia para un curso entero.

Réstanos advertir que antes de empezar la primera de las tres partes en que queda dividido el curso, destinarémos algunas lecciones á unos preliminares que tendrán por objeto conocer el tecnicismo químico analítico, las causas modificantes de las reacciones que en los cuerpos promueven los agentes químicos, y los principales caractéres que distinguen las bases y los ácidos que mas frecuentemente se hallan en los cuerpos que debemos estudiar.

LECCION II.

Definicion de la Química analítica en general.—Análisis inmediato y elemental.—Cualitativo y cuantitativo.—Diferentes miras que lleva el químico en los análisis segun sean cualitativos ó cuantitativos.—Ensayo y su division.—Ensayos de via seca, é instrumentos en que se practican.

La Química analítica es aquella parte de la Química general que tiene por objeto la descomposicion de los cuerpos para venir en conocimiento de la naturaleza y cantidad proporcional de cada uno de sus elementos.

De aquí resulta que el estudio que podemos hacer de un cuerpo simple, para fijar su verdadera naturaleza, en rigor no constituye un verdadero análisis, por cuánto dicho cuerpo no puede ser descompuesto; con todo el conjunto de ensayos ú operaciones á que le sujetamos, es algunas veces del dominio de la química analítica, y en este concepto se dice que es analizado un cuerpo simple, cuando tratamos de fijar su naturaleza.

Los cuerpos compuestos son formados á veces de diferentes elementos que constituyen una *especie química* ó sea *un principio inmediato*, segun se llama en química orgánica. Pero en otros casos son producidos por una reunion de dichos principios

inmediatos ó especies químicas, mas ó menos interpuestas con materias de composicion indeterminada. Como ejemplo del primer grupo podemos citar la *morfina*, y del segundo el *ópio*. Ahora bien; cuando un químico trabaja el ópio con el fin de aislar la morfina, codeina, ácido mecónico, etc., etc., que son principios inmediatos ó especies químicas existentes en el mismo, decimos que practica un *análisis inmediato*; pero si despues de aislados aquellos principios, trata de venir en conocimiento de la naturaleza y cantidad de cada uno de los elementos que entran en la constitucion de la morfina, codeina, etc., debe emprender un nuevo orden de operaciones que constituyen el análisis elemental de los mencionados principios inmediatos. Decimos con este motivo que se practica el *análisis inmediato del ópio, el análisis elemental de la morfina, de la codeina*, etc.; de donde se deduce al propio tiempo que el análisis elemental empieza, donde acaba el análisis inmediato.

Tambien recibe nombres distintos el análisis segun que el químico se proponga solamente determinar la presencia de ciertos cuerpos, ó que tenga por objeto además fijar la cantidad en que cada uno de ellos se encuentra; en el primer caso el análisis se llama *cualitativo*, en el segundo recibe el nombre de *cuantitativo*.

Los esfuerzos del químico analista tienden en el *análisis cualitativo* á poner en libertad á los cuerpos que se estudian á fin de poder examinar mejor sus propiedades características. Así cuando se trata de

poner de manifiesto la presencia del yodo ó del cloro en un compuesto cualquiera, procuramos en lo posible espulsarlos de la combinacion en que se encuentran y entónces les reconocemos por sus propiedades. Esto no es decir que sea imposible asegurar la presencia de ciertos elementos en estado de combinacion perfecta con otros, pues si tenemos un cuerpo que en circunstancias convenientes da lugar á la formacion de sulfido hídrico, no debemos dudar de la presencia del azufre entre sus componentes ; á mas de que, si no fuera esto posible, aun estaria por descubrir el *fluor*, que hasta el presente no se ha aislado, y sin embargo conocemos algunos de sus compuestos, por cuyas propiedades hemos llegado á fijar á priori ciertos caracteres que necesariamente debe tener aquel elemento.

En el *análisis cuantitativo*, el químico hace abstraccion de las propiedades características de los componentes, y sus esfuerzos se encaminan por punto general á combinarlos con otros elementos, para lograr la formacion de un cuerpo nuevo, que aislado en estado de pureza y siendo perfectamente conocida su composicion, le permita, á beneficio del cálculo, deducir la cantidad en que se encuentra el componente objeto de sus investigaciones. Cuando por ejemplo tratamos de saber cual es la cantidad de azufre que existe en un gramo de albumina, substancia que ya sabemos ser sulfuronitrogenada, lejos de procurar el aislamiento del azufre, que seria muy difícil, tratamos de combinarlo con oxígeno y bario, le convertimos en sulfato de barita, y lue-

go determinamos por cálculo cual es la cantidad que de azufre existe en el sulfato de barita puro, que hemos obtenido; con la circunstancia de que este dato es incomparablemente mas exacto que el que pudiéramos obtener, aislando en estado de pureza el azufre para pesarlo directamente.

Llámase *ensayo* en análisis toda manipulacion á que sujetamos un cuerpo para venir en conocimiento de su naturaleza ó de su composicion. De aquí se deduce que lo mismo practicamos un ensayo cuando estudiamos la dureza de un cuerpo, que cuando le sujetamos á la accion de un reactivo propiamente dicho. Igualmente se comprende que los ensayos se dirigen unas veces á fijar la naturaleza de los cuerpos simples, y otras la composicion de los que tienen mas de un elemento.

Hánse dividido los ensayos de varias maneras por los diferentes autores, pero generalmente se forman de ellos dos grupos que se llaman de *vias seca y húmeda*. Son de *vía seca* los que reconocen como causa determinante el calor, intervengan ó no reactivos líquidos. Por el contrario, son de *vía húmeda* aquellos en que dicho agente, ó no interviene, ó es secundaria su accion, pero que no pueden verificarse sin la intervencion de reactivos líquidos.

En la practica se usa algunas veces la palabra ensayar como sinónima de analizar, así se dá cuenta de haber ensayado un mineral cuando se ha practicado su análisis. De ahí el que algunos admitan los *ensayos mixtos*, esto es de *vía seca y húmeda*, por cuanto en ellos se practican operaciones de ambas

clases; nosotros sin embargo opinamos que deben considerarse más bien como conjuntos de ensayos diferentes, ó sean verdaderos procedimientos analíticos.

Para practicar los ensayos de via seca se usan *instrumentos especiales* que debemos conocer. Los principales son el soplete, la lámpara comun, una barra de carbon, cucharitas, crisólitos y alambres de platino, tubos rectos y encorvados, abiertos por uno ó ambos extremos, copelas, etc.

El *soplete* en su forma mas sencilla es un tubo encorvado en ángulo recto, que sirve para dirigir la llama de una lámpara al cuerpo que se ensaya. Algunas veces el soplete tiene una bola ó ensanchamiento, donde se deposita la humedad que saliendo de los pulmones del operador se condensaria en lo interior del tubo, al cual podria obstruir. Tambien conviene tenga el pico de platino, á fin de que no se hienda por la accion simultánea del aire y del calor.

El soplete comun ha sufrido algunas otras modificaciones. Se ha propuesto la articulacion de una pequeña lámpara á la rama corta de dicho instrumento, á fin de hacer mas variable la direccion del dardo sobre los objetos que se estudian. Con el fin de ahorrar al operador la molestia que en los carrillos produce la operacion de soplar, ha ideado Mr. Luca un depósito de goma-elástica en la rama larga del soplete, por cuyo medio le es dado al operador descansar á intervalos sin que se interrumpa la corriente de aire, pues mientras se descansa, vá comprimiéndose dicho depósito y el aire va saliendo

por el único punto de escape, que es el pico del soplete.

Las *eolípilas* no son mas que unos sopletes en los que una corriente de vapor de alcohol dobla la llama de una lámpara comun, supliendo de este modo la corriente de aire que debe salir de los pulmones del operador.

Finalmente cuando hemos de calentar por vía seca algunos gramos de materia, se emplean vasijas mayores y los medios de calefaccion son las hornillas comunes, ó en su lugar las lámparas de grande efecto, entre las que figura la ideada por *Sainte-Claire Deville* que es una lámpara de forma especial, alimentada por la esencia de trementina, donde arde el vapor de ésta, préviamente interpuesto con una masa de aire, que se acumula al aparato mediante un fuelle. Con esta lámpara se produce fácilmente la temperatura roja blanca.

La *lámpara* comun es un depósito de combustible provisto de su correspondiente mecha. Dicho combustible suele ser alcohol, el cual si no es el que produce la mayor temperatura, en cambio tiene la ventaja de no ensuciar las piezas de ensayo. Berzelius recomienda el combustible aceite á pesar del inconveniente de cubrir los objetos de una capa carbonosa, la cual es menos considerable cuando se dobla la llama por medio del soplete que cuando arde tranquilamente.

Las *barras de carbon* sirven para sostener los cuerpos, y son muy recomendables cuando tratamos de reducir óxidos. El carbon debe elegirse homo-

géneo y sin rajas ó hendiduras, que darian lugar á la pérdida de los cuerpos que se analizan. En ellos se practica una pequeña cavidad donde se colocan los cuerpos, ya solos, ya acompañados de algun fundente ó reactivo.

Las *cucharitas* y *pequeños crisoles de platino* se emplean sobre todo para hacer deflagraciones con nitro ú otras sales.

Los *alambres* se usan para obtener botones ó vidrios, por cuya coloracion venimos en conocimiento de la presencia de ciertos cuerpos. Para usar un alambre se empieza por limpiarlo, calentándolo al rojo para que se descompongan las partículas orgánicas que puede contener, y luego se lava con ácido clorhídrico. En este estado se enrojece por el soplete, y se pone en contacto del polvo de borraj, se adhiere este y vuelve á calentarse el instrumento para lograr la formacion de un vidrio incoloro, y cuando aun está blando, se pone en contacto de la materia que se trata de analizar, la cual comunicará á la masa del borraj un color característico en muchos casos, que será azul si la masa tiene cobalto, verde si tiene cromo, amatista ó vinoso si tiene manganeso, etc., etc.

Empléanse á veces *tubos* ya cerrados por un extremo cuando no pretendemos lograr la oxigenacion de los cuerpos, ya abiertos por ambos extremos cuando conviene dicha oxigenacion. En este último caso, suele doblarse el tubo formando sus dos ramas un ángulo recto, con lo cual se logra que la corriente de aire sea mas considerable y la oxigena-

cion mas rápida. Los sulfuros de arsénico se convierten con poco trabajo en ácidos arsenioso y sulfuroso en un aparato de esta clase, y no pueden confundirse con ningun otro cuerpo, si se tiene un poco de cuidado.

Las *copelas* se usan pocas veces en los ensayos al soplete, y solo difieren de las comunes por su tamaño.

LECCION III.

Reactivos y su division.—Fundentes.—Frita, boton, vidrio y esmalte.—Ensayos de via húmeda.—Líquido primitivo y medios por los cuales se prepara.—Circunstancias que en general deben tenerse presentes en el empleo de los reactivos de via húmeda.—1.ª Estado de acidez del líquido primitivo.—2.ª Concentracion del mismo.

Llámase *reactivo* todo cuerpo capaz de hacer resaltar las propiedades características de otro en cuyo contacto se pone.

Divídense por algunos los reactivos en dos grupos segun que se usen en los ensayos de via seca ó en los de via húmeda. Esta division es impropia, puesto que son muchos los reactivos que se usan indistintamente en unos y otros ensayos, v. gr., el carbonato de sosa, el borraj, el cianuro potásico, y otros.

Tambien se han dividido en *reactivos disolventes*

y *reactivos propiamente dichos*. Los primeros como indica el mismo nombre, son los que se emplean para disolver los cuerpos en la formacion de líquidos primitivos, y los segundos los que se usan con cualquiera otro objeto. Tampoco es admisible esta division, por cuanto el agua, el alcohol y el ácido clorhídrico que son los disolventes mas comunes, sirven algunas veces de verdaderos reactivos, por cuanto precipitan ó en otra forma descubren á determinados cuerpos.

Se conocen con el nombre de *fundentes* ó *flujos* ciertos cuerpos que favorecen la reunion de las partículas metálicas en una sola masa, ó que por la facilidad con que se liquidan por el fuego favorecen ciertas reacciones de via seca.

Algunas veces los fundentes reaccionan químicamente, por ejemplo cuando calentamos el cloruro argéntico ó el sulfuro de plomo con carbonato de sosa, en cuyo caso se forma cloruro ó sulfuro sódico, y se precipitan los metales, que no se hubieran reducido sin la presencia del alcalí, cuyo radical absorbió el cloro ó el azufre respectivamente.

Varia bastante el aspecto de las masas resultantes de la accion de los fundentes, segun la naturaleza de los cuerpos que se calientan. Si resulta globulosa ó esferoidal á causa de haber entrado el cuerpo en perfecto estado de fusion, se llama *boton*; si por el contrario la fusion fué imperfecta y la superficie del cuerpo es irregular ó escabrosa, recibe el nombre de *frita* ó *escoria*. Además siendo la masa globulosa puede tener transparencia ú ofrecer opacidad más ó

menos perfecta, en el primer caso se llama *vidrio*, y en el segundo toma el nombre de *esmalte*.

Ensayos de via húmeda: estos segun hemos dicho en la leccion anterior no pueden verificarse sin la intervencion de reactivos líquidos, lo cual supone la disolucion oportuna del cuerpo que se estudia. El líquido en que se halla disuelto dicho cuerpo, y sobre el cual hacemos obrar generalmente los reactivos toma el nombre de *líquido primitivo*.

Prepárase este por procedimientos muy distintos segun los casos 1.º Si el cuerpo es soluble en el agua se obtiene por la disolucion directa en este vehículo. 2.º Si lo es en alcohol se obtiene por el mismo medio un líquido primitivo alcohólico. 3.º Puede el cuerpo ser insoluble en agua y alcohol, pero atacable por el ácido clorhídrico, como sucede con el fosfato de cal; en este caso empleamos aquel disolvente y obtenemos un líquido primitivo ácido. 4.º Sucede algunas veces que el disolvente es ácido, y parcialmente es descompuesto por la accion del cuerpo que se disuelve, como sucede con el cobre en contacto con el ácido nítrico; en este caso obtenemos una sal, cuya base es un óxido del metal que hemos tratado de disolver. 5.º Otras veces, siendo el disolvente ácido, el cuerpo que disolvemos se descompone previamente, y en la disolucion resultante solo se halla uno de sus componentes inmediatos; así lo vemos en la accion del clórico hídrico sobre un carbonato terreo ó metálico, que suelta el ácido carbónico con efervescencia, y con el óxido se forma agua y cloruro disuelto. 6.º Puede tambien suceder que el

cuerpo sea de todo punto inatacable por los ácidos, en cuyo caso es indispensable descomponerlo, fundiéndolo previamente con carbonato sódico, ó hirviéndolo con disolucion de la misma sal; así sucede con el sulfato barico que se transforma entonces en sulfato alcalino soluble en agua, y la barita separada ya del ácido sulfúrico se disuelve fácilmente en clorhídrico, obteniéndose dos líquidos primitivos, uno alcalino donde se busca el ácido sulfúrico, y otro ácido donde se halla la barita. Una cosa parecida sucede con los silicatos naturales y otras sales.

Sobre el *líquido primitivo*, así dispuesto, se hacen actuar los reactivos de via húmeda. Pero es preciso advertir, que la accion de estos es modificada por circunstancias varias, cuya influencia no podemos desconocer sin incurrir en graves equivocaciones. Las principales de estas circunstancias son seis, que sucesivamente iremos estudiando.

1.^a *Estado de acidez del líquido primitivo.*—De esto depende en muchos casos el que un cuerpo precipite ó deje de verificarlo por la accion de un reactivo mas ó menos característico. Si tomamos por ejemplo una sal neutra de zinc y la sujetamos á la accion del ácido sulfhídrico, se formará un precipitado blanco de sulfuro de zinc muy apreciable, pero si el líquido es ácido, no se podrá formar, porque dicho cuerpo no es estable en contacto de los ácidos. Tómese una sal de ácido arsenioso y se observará todo lo contrario, esto es, que siendo el líquido alcalino, no formará precipitado de sulfido arsenical, y si el licor es acidulado, se producirá rápida y abundantemente.

Las sales magnésicas, que neutras precipitan por amoníaco, no lo hacen cuando ácidas. Las de cal no precipitan por oxalato amónico si están aciduladas, y así sucede en muchas otras. De ahí el que en buena práctica se admita que el primer reactivo que debe emplearse en los análisis por vía húmeda es el papel de tornasol, para averiguar ante todo el grado de acidez ó de alcalinidad del líquido primitivo.

2.^a *Grado de concentracion.*—Esta es otra circunstancia muy atendible. Hay en efecto muchos cuerpos, que precipitables cuando el líquido primitivo es medianamente concentrado, no lo son cuando es débil; así las sales de potasa con cloruro platínico, dejan de formar precipitado, ó lo forman con gran dificultad si son débiles, y necesitamos evaporar los licores ó usar algun coadyuvante para poner de manifiesto la formacion del cloroplatinato.

En algunos casos, ya que no dependa de esta circunstancia la formacion del precipitado, está subordinado a ella el color del mismo. Así se nota que las sales de antimonio concentradas, dan con el sulfhídrico amónico un precipitado rojo oscuro, que tira á amoratado; mientras que si es débil, lo produce rojo claro, y aun puede llegar á ser de color amarillo de canario.

En general podemos decir que las reacciones químicas, y sobre todo la formacion de precipitados por la accion de los reactivos, es mas sensible en líquidos concentrados que en los débiles, pues como no hay cuerpo alguno absolutamente insoluble, re-

sulta que si los líquidos son muy débiles, el cuerpo que deseamos se precipite puede quedar disuelto en el mismo líquido primitivo, y aun puede por esta sola circunstancia dejar de formarse.

LECCION IV.

Continuacion de las circunstancias que influyen en la accion de los reactivos por via húmeda.—3.º Cantidad de precipitante.—4.º Temperatura.—5.º Presencia en el líquido primitivo de ciertos cuerpos que teniendo accion química sobre los que tratamos de precipitar, imposibilitan su aparicion.—6.º Influjo de otros cuerpos que pueden obrar física y aun mecánicamente.

La *cantidad de precipitante* con respecto á la que de materia precipitable existe en el líquido primitivo, es de suma importancia. Efectivamente, todos los cuerpos que son redisolubles en esceso de precipitante, desaparecen luego de producidos ó no se observa siquiera su formacion, cuando abunda el reactivo; y de ahí el que se deba emplear este por pequeñas cantidades. En el reconocimiento de la morfina, por ejemplo, si el precipitante es la potasa, puede redisolverse en esceso de esta el precipitado que pudo formarse en el primer momento. De la misma manera las sales mercúricas dan precipitado rojo por yoduro potásico, pero si de este se emplea un esceso, se forma yoduro mercúrico potásico enteramente incoloro.

Esta circunstancia siempre atendible, lo es mas cuando los líquidos primitivos son débiles, pues entonces llega á pasar desapercibido el precipitado que en pequeña escala pudiera tal vez formarse.

Casos hay en que conviene emplear esceso de reactivo para favorecer la reaccion que se trata de promover. Así cuando tratamos de precipitar la potasa mediante el ácido tartárico, la accion de este es tanto mas eficaz en cuando sobreabunda, pues es mas fácil la formacion del bitartrato que buscamos.

La *temperatura*, que es una de las principales causas modificantes de la afinidad, debe influir en la formacion de los precipitados. Vemos, en efecto, que algunos reactivos producen resultados diametralmente opuestos segun que obran en frio ó en caliente. Los bicarbonatos alcalinos no precipitan absolutamente las sales de magnesia en frio, pero en la temperatura de ebullicion lo verifican de un modo completo. En general podemos decir que la accion de los reactivos se favorece por el calor, pues por una parte facilita la combinacion de unos cuerpos con otros, y por otra tiende á concentrar el líquido primitivo, lo cual es importante segun antes hemos indicado.

Sucede á veces que en el líquido primitivo existen *materias*, con las que no contamos, y que sin embargo influyen en la precipitacion de las que son objeto inmediato de nuestras investigaciones; pudiendo venir el caso de que por la influencia de las

primeras, dejemos de averiguar la presencia de las segundas. Así, cuando buscamos la magnesia por el amoniaco ó por los carbonatos alcalinos, si coexiste en el líquido primitivo una sal amónica, no se formará precipitado, pues se producirán sales magnésico-amoniacaes que son indiscomponibles por dichos reactivos.

A esta misma circunstancia se debe el que los líquidos magnesianos ácidos no precipiten por amoniaco ó lo hagan incompletamente, pues el álcali, al obrar sobre dicho líquido, neutraliza el ácido libre y forma una sal amoniacal que es causa de que no precipite posteriormente el líquido magnésico, toda vez que las sales magnésico-amónicas son todas solubles é indiscomponibles por el amoniaco, á escepcion de la que tiene por principio electro-negativo el ácido fosfórico, que es completamente insoluble en los líquidos neutros.

Otros cuerpos hay que favorecen la produccion de precipitados bajo los puntos de vista físico, y aun mecánico. En el reconocimiento de la potasa vemos que el cloruro platínico reputado como el mas sensible de sus reactivos, apenas da precipitado, si el líquido es débil, por cuanto el cloroplatinato potásico es sensiblemente soluble; pero añadiéndole un poco de alcohol, llega algunas veces á hacerse sensible instantáneamente ó despues de algun tiempo. En este caso, el alcohol obra concentrando indirectamente el líquido en virtud de su avidez de el agua.

Tambien se favorece esta precipitacion haciendo correr una barilla de cristal á lo largo del tubo de

ensayos en que se verifica la operacion, pues entonces se produce con el roce una vibracion que, transmitida á las moléculas disueltas, favorece su accion química. No seria difícil probar que en este caso el roce da lugar al desenvolvimiento de fluido eléctrico, el cual es el verdadero escitante de la reaccion química.

De todos modos, no debe sorprendernos esto, cuando sabemos que con frecuencia las acciones mecánicas desenvuelven fenómenos químicos; así como en la cristalización de las sales una vibracion brusca de las moléculas promovida por una causa cualquiera, da lugar á que las mismas venzan la inercia que imposibilitaba su reunion bajo una forma regular geométrica.

En la precipitacion de los alcaloides en general, y principalmente de la morfina, así como en los de las sales magnesianas, es tambien de mucha importancia el influjo de la varilla, lo cual debe tenerse en cuenta al tratar de su reconocimiento.

LECCION V.

Clasificación de las bases minerales.—Caractéres de las alcalinas
ó del primer grupo.

Para facilitar el estudio de las bases se han reunido en grupos segun su mayor analogia por diferentes autores, dando así lugar á distintas clasificaciones. La que mas nos interesa es la de Fresenius, que las divide en seis grupos, fundándose principalmente en la manera de obrar sobre ellas el ácido sulfhídrico libre y combinado, y los carbonatos y fosfatos alcalinos; y es como sigue:

CLASIFICACION DE LAS BASES MINERALES SEGUN FRESSENIUS.

GRUPO 1.º	GRUPO 2.º	GRUPO 3.º	GRUPO 4.º	GRUPO 5.º	GRUPO 6.º
Potasa. Sosa. Amoniaco. Lítina.	Barita. Estronciana Cal. Magnesia.	Alumina. Óxido crómico.	Óxido zincico. — manganesoso. — níqueloso — cobaltoso — ferroso. — férrico.	Óxido argéntino. — mercurioso. — plúmbico — — — mercuríco. — bismútico — cúprico. — cádmico.	Óxido aurico. — platínico. — — — antimónico. — estañoso. — estáñico. Ácido arsenioso. — arsénico.

GRUPO 1.º—Comprende los óxidos llamados vulgarmente *alcalis*, y se distinguen por ser inprecipi-

tables por el sulfido hídrico libre y combinado, así como por los carbonatos y fosfatos alcalinos, pues los sulfuros, carbonatos y fosfatos de las bases aquí comprendidas, únicos que pudieran formarse, si tuviesen acción los mencionados reactivos, son compuestos muy solubles.

Se continua la *litina* como apéndice de este grupo, por ser base algo frecuente en ciertas aguas minerales, y porque tiene en realidad mucha semejanza con la *potasa* y la *sosa*, á pesar de ofrecer en cierta escala alguna de las reacciones características de las bases del grupo segundo.

GRUPO 2.º—Comprende los óxidos llamados comunmente *terreo-alcalinos*, y se distinguen por ser imprecipitables por el sulfhídrico libre, lo mismo que por el combinado, pero precipitables por los carbonatos y fosfatos alcalinos. Por esta última circunstancia se distinguen de las del grupo anterior.

Si tomamos una disolución, aunque sea concentrada, de sulfato de magnesia, no dará precipitado por el sulfhídrico libre, ni por el sulfhidrato amónico; mas por los carbonatos de potasa ó de sosa lo dará blanco abundante de hidro-carbonato de magnesia, soluble en los ácidos con efervescencia. Del mismo modo los fosfatos alcalinos precipitarán fosfato magnésico, con lentitud, y si se añade una gota de amoníaco, darán abundante precipitado de fosfato magnésico amonico, igualmente soluble en los ácidos.

Cuando el sulfhidrato amonico es añejo ó estuvo mal repuesto, contiene algo de carbonato amonico,

y esto es causa de que se pueda formar un ligero precipitado de carbonato terreo-alcálido al estudiar las bases del presente grupo. Debe pues emplearse muy puro.

GRUPO 3.º—Hállanse aquí comprendidos los óxidos conocidos con el nombre de *tierras propiamente dichas*, las que no precipitan por el sulfhídrico libre, pero si por el combinado; y se afectan además por los carbonatos y fosfatos alcalinos.

Si tomamos una sal de *alumina* y la tratamos con sulfhídrico, no se afecta; pero con sulfhidrato amónico da realmente un precipitado, que no es de sulfuro (pues los radicales de los óxidos de este grupo no se pueden sulfurar por via húmeda,) sino de óxido aluminico gelatinoso. Con los carbonatos alcalinos forma un precipitado que es blanco y gelatinoso como el anterior, y que es tambien de óxido aluminico, pues al precipitarse este, deja desprender el ácido carbónico para con el cual no tiene afinidad. Con los fosfatos alcalinos se produce un precipitado de fosfato aluminico, que se redisolverá en la potasa cáustica, como lo verifica el de óxido aluminico.

GRUPO 4.º—Están aquí comprendidos los óxidos que convenientemente disueltos ó salificados, precipitan por el sulfhídrico libre siempre que el líquido primitivo no es ácido, y por sulfhidrato amónico en todos los casos.

Si tomamos una disolucion de sulfato de zinc, observaremos que con sulfhídrico libre dará precipitado blanco de sulfuro zincico; si empero acidulamos oportunamente dicho líquido antes de poner el

reactivo, el líquido no se enturbiará siquiera, pues aunque se formara alguna molecula de sulfuro, sería descompuesto, y por lo tanto disuelto por el ácido libre expresamente añadido.

Se comprende que el precipitado de sulfuro pueda formarse en todos los casos con sulfhídrico amónico, porque la base de este neutralizará el ácido libre que pudiese haber en el líquido primitivo, y que imposibilitaría la precipitación del sulfuro.

GRUPO 5.º—Las bases aquí reunidas precipitan por el sulfhídrico libre y combinado, cualquiera que sea su estado de acidez ó de neutralidad. De ahí el que las sales de estos óxidos se consideren como reactivos muy sensibles del ácido sulfhídrico, ya libre, ya combinado.

Tómese en efecto una sal de plomo ó de plata, y á la mas pequeña emanación sulfhídrica, dará lugar á la precipitación de sulfuro metálico característico, el cual no se disolverá aun cuando se acidule el líquido, ó que se trate el sulfuro formado por el sulfhídrico de amoníaco en exceso.

GRUPO 6.º—Distinguese por comprender los óxidos que precipitan por sulfhídrico libre y combinado, con tal que el líquido no sea alcalino. No es extraño que esto suceda así, teniendo los sulfuros de los metales de este grupo gran tendencia á formar con los sulfuros alcalinos verdaderas *sulfosales*, que son solubles, y poseyendo además dichos sulfuros metálicos la propiedad de ser inatacables por los ácidos débiles.

Si tomamos un líquido arsenical, observaremos

que cuanto mas acidulado esté, mas fácil será la precipitación del sulfuro metálico con sulfhídrico, libre ó combinado, y que el sulfuro producido se disolverá en el sulfhidrato de amoniaco empleado en exceso, formándose la sulfosal amoniacal correspondiente.

En este grupo se hallan comprendidos como apéndice los óxidos de arsénico, que en realidad son ácidos. En la clasificación de estos figuran por esta causa; pero su estudio suele hacerse en las bases metálicas del sexto grupo, porque tienen de comun con ellas las reacciones con el sulfhídrico libre y combinado, y además porqué al investigar aquellas, nos salen ya alencuentro los compuestos de arsénico, con los que pueden llegar á confundirse los de antimonio y aun los de estaño, si no estamos algo prevenidos.

PRINCIPALES CARACTÉRES DE CADA UNA DE LAS BASES DEL PRIMER GRUPO.

Potasa: preséntase blanca, delicuescente, y cuando ha caído en deliquio conserva el estado líquido, aun despues de mucho tiempo. Sus sales son en general solubles, é incoloras á menos que el ácido sea por sí colorado.

Por el *cloruro platinico* dán precipitado amarillo de *cloro-platinato potásico*, apreciable aun en líquidos bastante débiles.

Por *vía seca* se distinguen por la propiedad de comunicar á la llama del soplete una coloración sensiblemente purpúrea.

Sosa: es tambien blanca y delicuescente; pero despues que se liquidó, se seca, y termina por convertirse en un polvo blanco farínaceo, pues absorve el ácido carbónico, dando carbonato sódico que es eflorescente. Sus sales son tambien blancas, y mas solubles por punto general que las correspondientes potásicas.

Por el *cloruro platinico* no precipitan por ser muy soluble el cloroplatinato sódico. Dicese en algunas obras de química que sus reactivos son siempre negativos, pero no es exacto por cuanto el *antimoniato de potasa*, oportunamente empleado, precipita á la sosa dando *antimoniato sódico* bastante característico.

Por *via seca* se distingue la sosa libre y combinada por dar á la llama del soplete una coloracion amarilla muy persistente, que se observa aun cuando acompañe á esta base la potasa ó alguna de sus sales.

Amoniaco: cuando libre no puede confundirse con ningun otro alcalí. Sus sales son muy parecidas á las de potasa y sosa, de las que sin embargo se distinguen y aun separan por el fuego, pues las amoniacales son constantemente volátiles.

Por el *cloruro platinico* dan precipitado amarillo de cloro-platinato amonico apreciable aun en líquidos débiles. Por esta propiedad pudieran confundirse las sales amoniacales con las potásicas; pero recordando que aquellas son volátiles, se podrá fácilmente salir de la duda.

Por otra parte las sales amoniacales dan por la cal ó por disolucion de potasa, amoniaco gaseoso,

que por su olor ó por los vapores blancos que produce en contacto de una barilla mojada en ácido clorhídrico débil ó en ácido acético, puede fácilmente distinguirse de todas las bases del mismo grupo.

Por vía seca, se descubren las sales amoniacaes porque comunican coloracion algo purpúrea á la llama del soplete, despidiendo al mismo tiempo vapores blancos.

Litina: forma el tránsito de los alcalis á las tierras alcalinas, segun hemos dicho. Es blanca, lo mismo que sus sales.

Por vía húmeda se distingue principalmente por ser precipitable por el fosfato sódico, si previamente se puso en el líquido primitivo un poco de sosa cáustica, pues se forma *fosfato sódico lítico* que es bastante insoluble.

Por *vía seca* se descubre por la propiedad que tiene de comunicar á la llama del alcohol ó del soplete una coloracion roja acarminada.

LECCION VI.

Caractéres de cada una de las bases del grupo segundo.

Conviene recordar el orden con que están anunciadas estas bases en la tabla de la leccion anterior, que es el orden de su solubilidad, pues conocida esta, es fácil deducir la de los sulfatos y bicarbonatos

de las mismas. Efectivamente, la barita es la mas soluble de las cuatro, y la magnesia es la mas insoluble; luego con decir que la solubilidad de los sulfatos y bicarbonatos *terreo-alcalin*os está en razon inversa de la de sus correspondientes óxidos libres, se da á entender que el sulfato y bicarbonato magnésicos deben ser muy solubles, ó poco precipitables, y al contrario el sulfato y bicarbonato *barico* debe ser el menos soluble ó sea el mas precipitable de los cuatro.

Barita: este es un óxido blanco, suficientemente soluble para obtener un hidrolado, que precipita mucho con el ácido carbónico y sulfúrico, así libres como combinados. Sus sales son tambien blancas y densas, y á escepcion del sulfato é hidrofluosilicato son solubles en el agua ó en ácido clorhídrico.

Con el *sulfúrico* y *sulfatos solubles* forma un precipitado blanco de *sulfato barico*, muy sensible aun en líquidos débiles, é insoluble de todo punto en los ácidos; de manera que las sales de esta base constituyen por esta razon el reactivo mas sensible del ácido sulfúrico libre y combinado.

Con el ácido *hidrofluosilícico* tambien precipitan completamente *hidrofluosilicato barico*; y como las demás bases de este grupo no se afectan, aun cuando estén en disolucion concentrada, es uno de los mejores reactivos para reconocer y aun para separar esta base.

Por el *amoníaco* no precipita; pero despues de algun tiempo de hallarse en contacto del aire la

mezcla se va enturbiando, pues el amoniaco se carbonata y da lugar á la formacion de carbonato barico. Por este carácter se distingue de la magnesia.

Por *via seca* la barita comunica á la llama del alcohol una coloracion amarilla, que no es muy característica.

Estronciana: esta se parece mucho á la barita, ya se la considere en estado de libertad, ya en el de combinacion. Obtienen los líquidos primitivos estroncicos por los mismos medios que los bariques. Es menos soluble que la barita.

El *ácido sulfúrico libre y combinado* da con las sales de estronciana un precipitado blanco de *sulfato estroncico*, que se disuelve en agua destilada empleada en abundancia, por lo cual se distingue de la barita. De ahí el que los líquidos estroncicos débiles no precipiten por los sulfatos solubles; pues el sulfato de estronciana, si llega á formarse, queda disuelto.

Con el *ácido hidrofusosilico* no se afectan.

Por el *amoniaco* tampoco precipitan.

Por *via seca* distínguese la estronciana por la propiedad de comunicar á la llama del alcohol una coloracion roja viva, que la hace recomendable en la preparacion de los llamados fuegos de bengala.

Cal: tambien esta se parece á las dos anteriores, pero su solubilidad es menor. Sus sales son en general mas solubles que las de barita y estronciana.

Por el *sulfúrico libre y combinado* no precipitan

á menos que el líquido primitivo sea muy concentrado, pues el sulfato cálcico que en este caso debe formarse, es bastante soluble.

De tal manera es útil conocer esta circunstancia, que en algunos casos usamos la disolución de sulfato cálcico, para reconocer la barita y la estronciana en los líquidos donde al mismo tiempo existe cal.

Por el *oxalato amónico* forman las sales cálcicas un precipitado blanco de oxalato de cal; pero debe entenderse que las baricas y estroncicas hacen lo mismo, por lo que este reactivo solo es característico para la cal cuando previamente nos hemos asegurado de que no existe alguna de las otras dos. El oxalato cálcico no se disuelve en exceso de oxalato amónico ni en ninguna otra sal amoniacal.

El *amoníaco* y el *ácido hidrofluosilícico* no precipitan las sales cálcicas.

Por *via seca* se distingue por dar á la llama del alcohol una coloración rojo amarillenta que no es muy característica.

Magnesia: esta base es considerada como cuerpo muy insoluble, y en efecto apenas comunica al agua destilada alcalinidad sensible. Sus sales en general y sobre todo el sulfato y el bicarbonato son muy solubles. Distingúense algunas veces las sales de magnesia por su sabor amargo.

Ni el *ácido sulfúrico libre* ni el *combinado* ni el *ácido hidrofluosilícico* pueden afectar las sales magnésicas.

El *amoníaco* da precipitado blanco de hidrato

magnésico, que se redisuelve en sales amoniacaes, segun ya dijimos, pues las sales magnésicas forman con las amónicas compuestas dobles muy solubles en general, é indescomponibles por amoniaco. Por esto los líquidos magnésicos ácidos, no dan precipitado por el amoniaco (1).

Los *fosfatos alcalinos* dan un precipitado blanco de fosfato magnésico, que se redisuelve en ácidos, aunque sean débiles. Su formacion es mas lenta que con las demás bases de este mismo grupo, pero si se añade una gota de amoniaco ó de una sal amoniacal cualquiera, es instantánea su produccion por formarse *fosfato magnésico amónico* que es muy insoluble.

Por *vía seca* se distingue la magnesia libre y combinada por tomar una coloracion rosacea en contacto del nitrato de cobalto.

(1) La propiedad que tienen los precipitados de hidrato magnésico de redisolverse en las sales amónicas, tal como se indica en muchos autores, pudiera considerarse peculiar de esta base, y tomarle como carácter de importancia para distinguir las sales magnésicas de otras con que pueden confundirse. A fin de evitar equivocaciones, debemos consignar que otros óxidos hidratados, por ejemplo el de zinc, son tambien redisolubles en las mencionadas sales amoniacaes; y entre las mismas tierras alcalinas tenemos á la cal, cuyo hidrato recientemente precipitado posee esta propiedad.

LECCION VII.

Caractéres de cada una de las bases del tercer grupo.—Idem de las del cuarto óxidos zincico, manganoso y níqueloso.

El *grupo tercero* de las bases minerales solo contiene dos especies, fáciles de distinguir, que son la *alúmina* y el *óxido de cromo*, consideradas como tierras propiamente dichas.

Alúmina: cuando pura es blanca, infusible, soluble en todos los ácidos enérgicos, dando sales de sabor astringente é incoloras, que se distinguen por los caractéres siguientes.

Por la *potasa* dan un precipitado blanco gelatinoso de hidrato aluminico, que se redisuelve en exceso de precipitante formando el llamado impropriamente aluminato potásico. De esta disolucion vuelve á precipitarse la alúmina á beneficio de una sal amonica, pues este convierte la potasa en cloruro, y el amoniaco se desprende, en cuyo caso falta á dicha alúmina el disolvente alcalino.

Con *carbonato potásico* dan precipitado de hidrato aluminico y se desprende el ácido carbónico con efervescencia aunque el líquido primitivo sea neutro.

Por *via seca* se distingue porque con nitrato de cobalto toma un color azul intenso, bastante característico.

Oxido de cromo: esta base, que es sesquioxida como la anterior, tiene siempre color verde. Sus sales son en general verdes tambien, pero hay alguna que es violacea.

Con *potasa* dan precipitado de hidrato crómico, verde claro, cuyas ulteriores reacciones son iguales á las de la alúmina.

Por *via seca* se distingue porque deflagrado con nitro en una cucharita de platino da una frita amarilla de cromato potásico.

Fácil es comprender, que tratándose del reconocimiento de estas bases, desde el momento en que sabemos que corresponden al grupo tercero, podemos asegurar cual sea la especie por los caracteres físicos del líquido primitivo, toda vez que los líquidos aluminicos son incoloros, y los de cromo colorados.

El *grupo cuarto* comprende una porcion de óxidos de metal denso, y son los siguientes:

Oxido de zinc: puede presentarse anhídrido ó hidrato; en ambos casos es blanco y soluble en los ácidos, dando sales incoloras.

Con *sulfhídrico* libre forman precipitado blanco de sulfuro zincico, único sulfuro metálico de este color. Si el líquido es ácido no se forma.

Con *Sulfhidrato amonico* se forma un precipitado de igual naturaleza, que en el caso anterior, aunque el líquido sea ácido.

Por *via seca* con sal de cobalto toma un color verde este óxido, ya sea libre, ya combinado.

Oxido manganoso: tiene color gris cuando an-

hído y blanco rosaceo cuando hidratado. Las sales manganosas son tambien rosadas y se distinguen:

Con *sulfhídrico* que dá precipitado blanco rosaceo de sulfuro, soluble en ácidos.

Con *sulfhidrato amónico* hace lo mismo, pero el precipitado es mas abundante, y su produccion mas rápida.

Con *potasa* dá precipitado de óxido blanco rosado que en contacto del aire toma color parduzco, y al fin es negro, porque pasa á sesquióxido y al fin á bióxido de mangano.

Por *via seca* se distinguen todos los compuestos de mangano porque deflagrados con nitro, dan una frita verde de permanganato de potasa.

Oxido níqueloso : este tambien es gris cuando anhído, hidrotado es verdoso. Sus disoluciones son verdes, por cuya circunstancia ya es muy difícil confundirlo con ninguno de los óxidos del mismo grupo; á mas de que con *amoníaco* dá precipitado verdoso de hidrato que es redisoluble en esceso del mismo formando una sal níquelosa amoniacal de color azul intenso. Por el *sulfhídrico* libre y combinado dan precipitado de sulfuro negro.

LECCION VIII.

Continuacion de las bases del cuarto grupo.—Caractéres que distinguen los óxidos cobaltoso, ferroso y férrico.

Oxido cobaltoso : este tiene poca importancia para nosotros. Sus sales tienen generalmente color rojo vinoso cuando hidratadas, y se distinguen porque con *sulfido hidrico* producen precipitado negro de sulfuro cobaltoso, y por *via seca* comunican al vidrio de borraj un color azul intenso.

Oxido ferroso : tambien presenta color distinto segun sea anhidro ó hidratado. Sus sales son muy dignas de ser estudiadas, pues las hallamos frecuentemente en nuestras investigaciones químico-analíticas, sobre todo en el estudio de las aguas minerales. Generalmente hablando las que no se disuelven en el agua destilada, lo verifican en los ácidos, por manera que no suele ofrecer dificultad la disolucion del hierro ni en esta forma ni en la de óxido para formar líquidos primitivos.

Con *sulfhidrico* libre forman precipitado de sulfuro ferroso negro, con tal que el líquido no sea ácido.

Con *sulfhidrato amónico* producen el mismo sulfuro en todos los casos.

Con *potasa*, forman precipitado de hidrato ferro-

so, de color blanco verdoso, que pasa rápidamente á verde y al fin á rojo, pues llega á ser óxido férrico.

Con *amoníaco* hacen lo mismo, pero la peroxigenacion es aun mas rápida en este precipitado.

Por el *ferrocianuro potásico* dan precipitado blanco azulado, que en contacto del aire, ó de cualquiera otro cuerpo oxigenante, pasa á verdadero azul de Prusia.

Por el *ferricianuro potásico* dan precipitado azul, de ferricianuro ferroso, ó sea azul de Turnbull.

Con *sulfocianuro potásico* no se afectan, lo cual constituye un buen medio para distinguir las sales ferrosas de las férricas.

Por *via seca* el óxido ferroso libre y combinado comunica al vidrio de borraj una coloracion amarillo rogiza en la llama exterior del soplete, y verdosa en la interior, puesto que el vidrio férrico pasa á ferroso en dicha llama interior.

Oxido férrico: este es rojo cuando anhidro y más ó ménos amarillento cuanto hidratado. Sus sales son amarillo rojizas cuando hidratadas, y blancas en estado anhidro.

Con *sulfhídrico libre* dan un precipitado blanco-amarillento de azufre procedente de la descomposicion del mismo sulfhídrico, cuyo hidrógeno convirtió la sal férrica en ferrosa, á tenor de esta ecuacion.

$$\text{Fe}^2 \text{O}^3, (\text{SO}^3)^3 + \text{S H} = \text{H O} + \text{S} + 2 (\text{Fe O}, \text{SO}^3) + \text{SO}^3$$

De manera que por resultado de esta reaccion la sal férrica neutra queda convertida en ferrosa, pero ácida; y de ahí el que los escesos de sulfhídrico no pueden determinar ya la formacion de sulfuro ferro-

so, pues las sales ferrosas, como todas las del cuarto grupo, no precipitan con dicho reactivo si son ácidas.

Por esto se dice, que las sales férricas, con sulfhídrico libre no pueden formar otro precipitado que el blanco amarillento de azufre.

Con *sulfhidrato amónico* dan precipitado negro de sulfuro ferroso, aunque sean ácidas, pues el alcalí del reactivo neutraliza siempre el ácido que puede haber en el líquido primitivo.

Con *amoníaco* lo mismo que con *potasa* dan un precipitado rojo de hidrato férrico, insoluble en exceso de precipitante.

Con *ferrocianuro potásico* dan un precipitado azul intenso, de verdadero azul de Prusia.

Por el *ferricianuro potásico* cambian un poco el color, que va siendo cada vez mas verdoso, pero no se forma el precipitado azul de Turnbull, característico para las sales ferrosas.

Por el *sulfocianuro potásico*, se forma sulfocianuro férrico, que es rojo intenso, muy característico; pero debe tenerse en cuenta que desaparece, y se descolora por lo tanto el líquido primitivo, si se emplea un exceso de reactivo. (1)

(1) Por muy sensible que sea la reaccion del sulfocianuro potásico sobre las sales ferricas no puede compararse con la del sulfhidrato amonico cuando se trata de descubrir pequenísimas cantidades de hierro en la forma ferrica; y esto dejando á parte el inconveniente que resulta, sobre todo en manos de los principiantes, de la propiedad que segun hemos dicho tiene el sulfocianuro férrico potasico de descolorarse en presencia de un exceso de sulfocianuro potasico.

Por *via seca* se portan las sales férricas, poco más ó ménos, como las ferrosas.

LECCION IX.

Caractéres de cada una de las bases del grupo quinto.—

Idem del sexto.

El *grupo quinto* comprende, segun la tabla de que nos hemos hecho cargo, los *oxidos argéntico mercurioso, plumbico, mercurico, bismutico cuprico y cadmico*, que se dividen en dos secciones ó sub-grupos, á saber: 1.º Oxidos cuyas sales son precipitables por clorhídrico libre y combinado, y son los tres primeros. 2.º Oxidos que no precipitan por el indicado reactivo, y son los cuatro últimos.

Debiendo ocuparnos los *oxidos mercurioso y plumbico* en el tratado de los venenos minerales, nos limitaremos ahora al estudio del *oxido argéntico*, sin perjuicio de establecer entre los tres algunos puntos de comparacion.

Oxido argéntico: presentase de color gris moreno, apenas soluble en el agua, descomponible al fuego, dándonos oxígeno y metal. No se conoce su hidrato. Sus sales son fijas é incoloras, descomponibles tambien por el fuego rojo, la luz las ennegrece fácilmente.

Con *sulphídrico libre* y con el *combinado* dan

precipitado de sulfuro negro, insoluble en ácidos débiles, en álcalis y en sulfuros alcalinos, pero descomponible por ácido nítrico concentrado que le ataca dejando un residuo de azufre.

Con *amoníaco* se precipita el oxido de plata de las sales argenticas, pero se redisuelve muy fácilmente en esceso de precipitante.

Con *potasa* ó *sosa* se precipita tambien oxido de plata, pero no se redisuelve en esceso de álcali.

Con *clorhidrico* ó con un *cloruro soluble* forma un precipitado blanco muy abundante y denso, si el líquido es concentrado, ó una ligera nubecilla blanca que pronto se pone azulada, si el líquido argéntico es muy diluido. En todos los casos el precipitado se redisuelve fácilmente en amoníaco sin residuo, si la sal de plata era pura.

Por esta última propiedad distinguimos y aun separamos la plata del plomo y del mercurio en la forma mercuriosa; pues si bien los tres metales pueden clorurarse, el cloruro de plata es el único que puede disolverse sin alteracion en amoníaco. En contacto de este álcali, el cloruro mercurioso se ennegrece; y el de plomo, ni se disuelve ni cambia de color.

Por *via seca* distinguimos los compuestos de plata, porque fundidos con sosa dan un boton metálico brillante y ductil.

Oxido bismutico: este es el único oxido del grupo quinto, subgrupo segundo, que debe ocuparnos, pues los otros tres los estudiaremos en el tratado de los venenos minerales.

Preséntase amarillo cuando anhidro, y blanco cuando hidratado. Sus sales son incoloras ó blancas, solubles unas, insolubles otras. Las solubles neutras presentan reaccion ácida, y con abundancia de agua se fraccionan, dando subsal que se precipita y sal ácida que permanece disuelta.

Con *sulfhídrico libre y combinado* dan precipitado negro de sulfuro, insoluble en ácidos débiles, en álcalis y sulfuros alcalinos.

Con *potasa* y lo mismo con *amoníaco* dan precipitado de óxido bismútico, insoluble en exceso de reactivo.

Con *cromato de potasa* dan precipitado de cromato bismútico amarillo, soluble en nítrico débil, é insoluble en potasa, por lo que se distingue del que producen en condiciones análogas las sales de plomo.

Por *via seca* las sales de bismuto fundidas con sosa, dan un botón metálico frágil, produciéndose al rededor del hueco del carbon una mancha amarilla.

El *grupo sexto* comprende los óxidos *aurico, platínico, antimonico, estañoso estañico*, y los ácidos *arsenioso y arsénico*. También se subdividen en dos secciones: 1.^a Óxidos cuyos sulfuros son inatacables por clorhídrico y por nítrico hirviendo, y que fundidos con sosa y nitro, dan metal puro. Comprende los dos óxidos primeros. 2.^a Óxidos cuyos sulfuros son solubles en ácido clorhídrico ó en nítrico hirviendo, y que fundidos con una mezcla de sosa y nitro, dan ácidos ú. óxidos que permanecen

combinados con el álcali. Comprende los cinco últimos.

Por lo mismo que de las especies comprendidas en la seccion ó subgrupo segundo debemos ocuparnos tambien en el tratado de los venenos minerales, nos fijaremos ahora en los *oxidos aurico y platínico*, que forman la seccion ó subgrupo primero.

Oxido aurico: preséntase de color pardo oscuro cuando anhidro, y mas claro cuando hidratado. En ambos estados se descompone al calor rojo. Insoluble en los oxácidos diluidos, se disuelve en nítrico y sulfúrico concentrados, de cuya disolucion le separa el agua. Disuélvese en clorhídrico, y forma sal estable; por lo que se dice que solo se conocen de oro sales alóideas.

Con *sulfhidrico* precipitan sulfuro aurico, que es insoluble en ácidos nítrico y clorhídrico, soluble en agua regia, y aunque lentamente soluble tambien en sulfhidratos alcalinos, sobre todo si son polisulfurados.

Con *amoníaco* dan un precipitado de oro amoniacal ó fulminante, que es amarillo rojizo.

Con las *sales estañoso-estañicas* dan un precipitado, que por su color se llama *púrpura de Cassius*, y cuya composicion no es bien conocida.

Con *sulfato ferroso* se produce un precipitado pardo oscuro, de oro metálico, que por el frote adquiere el color y lustre propios de dicho metal.

Con *ácido oxálico* dan tambien precipitado de oro, que en forma de pajitas amarillas y lustrosas se va precipitando.

Oxido platínico: por su color se parece el óxido de platino al de oro, así en la forma anhidra, como en la hidratada. También sus sales se parecen algo, cuando disueltas. En estado sólido son las platinicas de color mas obscuro. El tipo de estas sales es el cloruro, que es el mejor estudiado.

Con *sulfhídrico libre y combinado* se portan con corta diferencia como las auricas.

Con las *sales potásicas y amónicas* producen un precipitado amarillo de cloroplatinato, que es muy característico, y que no se produce en las sales auricas.

Con *cloruro estañoso*, y aun con el *estañoso-estánico* no precipitan las sales platinicas, pero toman un color rojo oscuro, porque pasan á platinosas.

Por *vía seca* aunque se reducen á metal bajo la influencia de los alcalis, no pueden formar botones metálicos á la llama del soplete, como los producen los compuestos auricos.

LECCION X.

Clasificación de los ácidos.—Grupos en que se divide la clase de los Incarbonizables.—Caractères del grupo primero en general.—Caractères distintivos de los ácidos crómico, sulfúrico, fosfórico y bórico.

En las obras de Química analítica suelen dividirse los ácidos en dos grandes grupos á saber: *Incarbonizables* y *Carbonizables*. Los primeros son los que al fuego, si bien pueden á veces descomponerse, nunca dejan residuo carbonoso, al contrario de los segundos que lo dejan siempre. El primer grupo ó clase comprende todos los ácidos minerales, y alguno que otro de entre los orgánicos, que no se carboniza por el fuego, como el ácido oxálico. Por ahora nos basta el estudio de estos, que se facilita mucho á beneficio de la clasificación de Fresenius, que es como sigue:

CLASIFICACION DE LOS ÁCIDOS INCARBONIZABLES.

GRUPO 1.º	GRUPO 2.º	GRUPO 3.º
Acido arsenioso. — arsénico. — crómico. — sulfúrico. — fosfórico. — bórico. — oxálico. — fluorhídrico. — carbónico. — silíceo.	Acido clorhídrico. — bromhídrico. — yodhídrico. — cianhídrico. — sulfhídrico.	Acido nítrico. — clórico.

Ácidos incarbonizables del grupo 1.º.—Se reconocen por ser precipitables con sal de barita, y son en número de diez que se distinguen fácilmente unos de otros, subdividiéndose en cuatro grupos mas pequeños, señalados con las correspondientes rayas transversales en la tabla anterior.

El *subgrupo primero* comprende los ácidos incarbonizables, que precipitan por *sal barica* y además lo verifican por el *ácido sulfhídrico*. Contiene tres especies.

El *subgrupo segundo* tiene solo una especie, que se distingue por no precipitar con *sulfhídrico*, y dar con *sal barica* un precipitado blanco abundante insoluble en los ácidos.

Al *tercer subgrupo* corresponden los ácidos que

no precipitando con *sulphídrico*, lo hacen con la *sal barica*, dando un precipitado que se redisuelve en los ácidos integralmente ó sin descomponerse. Tiene cuatro especies.

El *cuarto subgrupo* finalmente contiene las especies que no precipitan por *sulphídrico*, pero con *sal barica* dan un precipitado que se ataca por los ácidos, disolviéndose la barita, y quedando libre el ácido correspondiente. Consta de las dos últimas especies.

Acidos arsenioso y arsénico : de estos nos ocuparemos en la Química toxicológica.

Acido crómico : no tiene para nosotros mucha importancia. Sus compuestos, *cromatos*, son solubles cuando alcalinos, pero los demás son insolubles; con todo fundidos con alcalis se descomponen y dan un cromato alcalino, cuyo ácido ponemos de manifiesto por los reactivos siguientes :

Con *sulphídrico* dan un precipitado de azufre, mezclado con óxido de cromo, á menos que el líquido primitivo sea ácido, en cuyo caso dicho óxido se disuelve formando sal crómica.

Con *hidrolado de ácido sulfuroso* cambian los cromatos de color, y de amarillos ó rojos que son, pasan instantáneamente á verdes, por formarse sulfato crómico, pues el ácido crómico pasa á óxido crómico, y el oxígeno que pierde convierte en ácido sulfúrico al sulfuroso que hemos empleado.

Acido sulfúrico : este es muy importante, se combina con casi todos los óxidos formando sulfatos, de los que muchos son solubles en agua. Los

alcalinos son indescomponibles por el calor y aun los terreos.

Con *sulfhidrico* no precipitan.

Con *cloruro barico* dan precipitado blanco de sulfato de barita, insoluble en los ácidos minerales concentrados (1).

Por *vía seca* se distinguen porque mezclados con carbon y calentados á la llama interior del soplete, se descomponen, pierden el oxígeno y pasan á sulfuro, que se distingue fácilmente, por desprender sulfhidrico en el acto de dejarle caer una gota de un ácido cualquiera.

Acido fosfórico: este puede presentarse en diferentes estados. El mas comun, y que nos conviene conocer es el tribasico ú ordinario. Todos los fosfatos se disuelven en el agua ó en los ácidos.

Con las *sales de plata* dan un precipitado amarillo de fosfato argéntico, soluble en ácido nítrico, como en amoniaco.

Con las *sales de magnesia* forman un precipitado blanco de fosfato magnésico, y si se añade una gota de amoniaco ó de una sal amonica, es magnésico-amoniacal, y se produce instantáneamente.

Acido borico: este solo tiene para nosotros importancia por figurar algunas veces en las aguas minerales. Es soluble en agua y muy débil por vía

(1) Aunque no es muy comun el ácido hidrofluosilícico, conviene advertir que los precipitados que forma en presencia de la barita y de sus sales son casi insolubles en nítrico y clorhidrico, por lo que en casos dados pudieramos ser inducidos á error, sino lo tuvieramos presente.

húmeda ; mas como es muy fijo, es muy enérgico por vía seca. De ahí el que se emplee para producir vidrios con las bases de casi todas las sales, cuyos ácidos entonces son espulsados. Cuando combinado forma los boratos, que debidamente disueltos se distinguen por los caracteres siguientes.

Con *sal bórica* dan precipitado blanco soluble en los ácidos sin descomposicion.

Con *nitrato argéntico* tambien dan precipitado blanco, soluble en ácido nítrico y en amoníaco.

Por *vía seca* distingueuse el ácido bórico por comunicar á la llama del alcohol una coloracion verde, mas fácil de observar en el momento de inflamarse el alcohol ó de levantarse la llama. Cuando el ácido bórico está combinado, es preciso poner algunas gotas de ácido sulfúrico en contacto del borato, antes de añadir el alcohol, á fin de poner en libertad á dicho ácido, pues cuando combinado carece de la propiedad colorante que nos ocupa.

LECCION XI.

Principales carectères de los ácidos oxálico, fluorhídrico, carbónico y silícico.—Ácidos del grupo segundo en general. Principales caractères del ácido clorhídrico.

Acido oxálico: es blanco cristalizable y muy soluble. Los compuestos que forma ú oxalatos son descomponibles por el fuego y además se distinguen por las propiedades siguientes:

Con *cloruro barico* se portan exactamente como los boratos.

Con *acido sulfúrico* es descompuesto el ácido oxálico ya sea libre ya combinado y se convierte en óxido y ácido carbónico que se desprenden del tubo de ensayos en que la reaccion se verifica, y aproximando la llama de una vela al pico de este, se produce una llama azul por ser inflamable el óxido de carbono aun en presencia del ácido carbónico. Esta reaccion es muy característica.

Con *cloruro calcico* precipita el ácido oxálico aun cuando se halle en estado de libertad.

Acido fluorhídrico: este es bastante raro. Si se presentara libre, le reconoceríamos fácilmente por la propiedad de corroer al vidrio. En estado de combinacion el mejor medio para ponerle de manifiesto consiste, en mezclar con un poco de arena fina, y

tratarle luego con ácido sulfúrico concentrado, que dá lugar al desprendimiento de *fluorido-silícico*, cuerpo gaseoso sumamente ávido de agua, que humea al aire y que en contacto de un tejido de lana negro y húmedo produce un depósito blanco de ácido silícico.

Acido carbónico: este es gaseoso, y muy denso por lo que puede ser trasvasado como si fuera un líquido. Los carbonatos son tan importantes como el ácido libre. Son solubles en agua cuando alcalinos, los terreos y metálicos son insolubles cuando neutros, pero suelen disolverse fácilmente á espensas de un exceso de ácido carbónico. Esto explica el porque hallamos disueltos en las aguas minerales los óxidos cálcico y aun el ferroso bajo la forma de sal ácida ó sea de bicarbonato: El ácido carbónico libre comunica al agua un sabor ácido picante.

Con las *sales de barita* forman precipitado blanco de carbonato barico, que se disuelve en los ácidos dando efervescencia, debida al ácido carbónico que se desprende.

Por los *ácidos*, se descomponen directamente todos los carbonatos, con mayor ó menor rapidez y dan ácido carbónico, pero como no son los carbonatos los únicos compuestos salinos capaces de descomponerse dando un ácido gaseoso, conviene asegurarse de que el gas desprendido es el carbónico. A este fin, se inclina el tubo de ensayos en que se practica la reaccion sobre otro en que se ha puesto previamente *agua de cal* de manera que las dos bocas se correspondan, y que no pueda caer el líquido

de aquel tubo dentro del que tiene el reactivo cálcico. Obsérvase despues de un rato de guardarlos en esta posicion, que el agua de cal se enturbia por la agitacion siempre y cuando la efervescencia hubiese sido producida por el ácido carbónico, pues se forma carbonato de cal insoluble.

Con el *agua de cal* todos los carbonatos disueltos, así como el ácido carbónico libre, dan un precipitado blanco de carbonato, atacable tambien por clorhídrico con efervescencia.

Acido silícico: este se halla combinado con los álcalis formando silicatos solubles que figuran tambien con mucha frecuencia en las aguas, sobre todo en las que nacen de los terrenos primitivos. Los silicatos insolubles se hacen solubles fundiéndolos con carbonato de sosa, y una vez disuelto el ácido se distingue por los siguientes reactivos.

Con *cloruro barico* forma un precipitado blanco de *silicato barico*, que en contacto del ácido clorhídrico se descompone disolviéndose la base, y quedando un pequeño residuo de sílice que lavada y seca se distingue por crujir entre los dientes.

Mezclada con *fluoruro cálcico* y *ácido sulfúrico*, la sílice libre y combinada, da vapores de *ácido fluor-silícico*, de los que nos hemos ocupado ya al hablar del ácido fluorhídrico.

Acidos incarbonizables del grupo 2.º Distínguense porque no precipitan por cloruro bárico y si por el nitrato de plata.

Acido clorhídrico: es muy comun en la naturaleza mineral y aun en la economía animal. Los

cloruros son todos solubles en agua, menos los argéntico y mercurioso. Por el fuego, son generalmente indescomponibles.

Con *nitrato de plata* forman abundante precipitado de cloruro, soluble en amoniaco, é insoluble en ácido nítrico.

Con *bióxido de manganeso y ácido sulfúrico concentrado* dejan desprender gas cloro, fácil de apreciar por su olor y color característicos.

Con *ácido sulfúrico* dan ácido clorhídrico, que humea al aire, y si es en pequeña cantidad, lo ponemos de manifiesto mediante una barilla mojada en amoniaco, que produce abundancia de vapores blancos.

LECCION XII.

Principales caracteres de los ácidos bromhídrico, yodhídrico y sulfhídrico.—Ácidos del grupo tercero en general.—Principales caracteres de los ácidos nítrico y clórico.

Acido bromhídrico: tiene mucha semejanza con el clorhídrico, así como los bromuros tienen puntos de contacto con los cloruros.

Con el *nitrato argéntico* dan un precipitado blanco amarillento de *bromuro argéntico*, soluble en amoniaco, aunque con mas dificultad que el cloruro.

Con *agua de cloro* se descomponen los bromuros, dejando en libertad el bromo, que da una coloracion amarilla mas ó menos subida al líquido primitivo. Puede probarse que esta coloracion es debida al bromo, porque comunica á la fécula un color amarillo; y además echando en el líquido un poco de éter y agitando el tubo, el bromo es arrastrado á la parte superior por el éter, que forma en la superficie de la masa líquida una capita amarillo-rojiza más ó ménos intensa segun que fuese más ó ménos abundante. Por otra parte ese color desaparece por la accion de unas gotas de potasa cáustica, que produce bromuro y bromato potásico incoloros.

Con *bióxido de manganeso* y *ácido sulfúrico* los bromuros se descomponen dando vapores rojos de bromo.

Acido yodhidrico: este es otro de los hidrácidos de los cuerpos alógenos. Se descompone por el contacto del aire con mas facilidad que el bromhídrico, y toma entonces color. Los compuestos de este ácido, *yoduros*, son fáciles de distinguir por los caracteres siguientes:

Por *nitrato de pláta* dan un precipitado amarillo de *yoduro argéntico*, insoluble en amoniaco, y muy apreciable aun en líquidos muy débiles.

Con *agua de cloro* se descomponen, dando yodo que es soluble en agua como el bromo, y por lo tanto le comunica una coloracion amarillo-rojiza ó parduzca segun sea más ó ménos concentrado el líquido. En algunos casos puede ocurrir la duda de si el líquido amarillea por contener bromo ó yodo,

pero se desvanece aquella poniéndole en contacto de la fécula en cuyo caso léjos de ponerse amarilla, toma coloracion azul, si era yoduro la sal del líquido primitivo.

Con *bióxido de manganeso* y *ácido sulfúrico* los yoduros dejan desprender yodo, que se distingue por ser violáceo su vapor, y condensable en forma de pequeñas escamas negruzcas en las paredes del tubo en que se verifica el ensayo.

Ácido cianhídrico: de este nos ocuparemos extensamente en la química toxicológica.

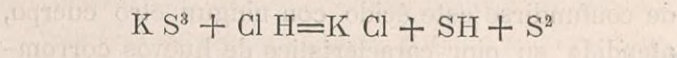
Ácido sulfhídrico: en estado de libertad no puede confundirse este ácido con ningun otro cuerpo, atendido su olor característico de huevos corrompidos y la propiedad de ennegrecer las sales de plata, de plomo y aun de bismuto. En estado de combinacion forma los sulfuros, que con frecuencia son inodoros, pero que dejan desprender ácido sulfhídrico en presencia de los ácidos y sobre todo del clorhídrico y sulfúrico. Combínanse á veces los sulfuros ácidos con los básicos, y constituyen verdaderas *sulfosales*. A escepcion de los alcalinos y terreos, podemos decir que todos los sulfuros son insolubles en el agua, y su color muy vario.

Con *sal de plata* forman los sulfuros disueltos un precipitado negro de *sulfuro argéntico* insoluble en ácidos débiles.

Con *ácido clorhídrico* dan lugar al desprendimiento de gas sulfhídrico, con efervescencia más ó ménos notable, pero como este gas tiene propiedades tan especiales, no se puede confundir, á pesar

de todo, un sulfuro con un carbonato, aunque ambos den efervescencia.

Como los sulfuros pueden ser *mono* ó *polysulfurados*, debe tenerse en cuenta, que se desprenderá sulfhídrico con todos ellos, pero si son *polysulfurados* dejan además precipitar azufre en forma de un polvo blanco amarillento, pues solo un equivalente de azufre se desprende en forma de sulfhídrico, y los demás quedan en estado de libertad y se precipitan, como se deduce de la ecuacion siguiente, en que suponemos actuar el clorhídrico sobre un trisulfuro.



Acido del grupo 3.º Distinguen por no precipitar por el *cloruro barico*, ni por el *nitrate argéntico*.

Acido nítrico: el estudio de este ácido es muy interesante, por ser muy comun en la naturaleza. Libre es muy fácil de reconocer, pero combinado ofrece algunas dificultades, sobre todo hallándose, como frecuentemente sucede, en pequeña cantidad. Los *nitratos* son todos solubles cuando neutros, alguno de ellos empero se fracciona por el agua, dando una *subsál* que se precipita y *sal ácida* que queda disuelta. Todos se descomponen por el fuego, dando oxidos de azoe y oxígeno que se desprenden, y dejando por residuo el metal, ó un óxido de composicion varia segun los casos.

Tratados los nitratos con *limaduras del cobre* y *ácido sulfúrico*, dejan desprender vapores rojizos

de ácido hiponítrico. Esta reaccion solo es importante cuando los nitratos son sólidos.

Con *ácido sulfúrico concentrado* los nitratos se descomponen dejando en libertad el ácido nítrico, que se descubre mediante la adición de una pequeña cantidad de tintura de añil, la cual se descolora por el ácido nítrico puesto en libertad. Esta propiedad no permite distinguir los nitratos de los cloratos que se portan del mismo modo.

Si se introduce en el líquido previamente tratado con ácido sulfúrico un cristalito de *sulfato ferroso*, se produce una materia parduzca en caso de existir nitrato, el cual si es en muy pequeña cantidad, comunicará la coloracion parduzca por lo menos á los bordes del cristal. Créese que dicha materia parda es formada por el deutóxido de azoe que se produce por la desoxigenacion del ácido nítrico en contacto del sulfato ferroso, y que se combina con el resto de dicho sulfato que no se alteró. Por esta reaccion no se puede confundir un nitrato con un clorato.

Acido clórico : es muy parecido al nítrico. Los cloratos son raros y no se hallan en la naturaleza. Distingúense de los nitratos, porque por el fuego dan oxígeno, y pasan á cloruros fáciles de reconocer. Por otra parte no se prestan á la reaccion que con ácido sulfúrico y sulfato ferroso dan los nitratos.

LECCION XIII.

Alimentos en general.—Agua pura, su composición elemental, y medios para determinarla ó comprobarla.—Consideraciones que inducen á colocarla entre los verdaderos alimentos.—Generalidades acerca las aguas potables, y puntos de semejanza y de desemejanza entre estas y las llamadas propiamente medicinales.

Llámase *alimento* toda sustancia que introducida en el cuerpo, sirve para nutrirlo; esto es, para reparar sus pérdidas y aun para su completo desarrollo.

Se ha dicho que los verdaderos alimentos son exclusivamente suministrados por el reino orgánico. Esto no puede menos de considerarse como inexacto, si se observa que en el organismo figuran algunas sustancias de naturaleza esencialmente mineral; y si bien es cierto que algunas de ellas entran en nuestra economía procedentes de otras especies del reino animal y aun del vegetal, nadie ha probado hasta ahora, ni creemos pueda probarse, que la cal que en forma de carbonato figura en cantidades no insignificantes en las mejores aguas potables, no puede ser asimilada para entrar en la constitución de los huesos y demás órganos, como la que tiene su origen en la naturaleza orgánica.

Otra especie se ha vertido en algunas obras de

medicina que exige alguna aclaracion, á saber, que *el carácter fundamental de los alimentos es el de ser alterables por la accion de las visceras digestivas*. Puede esto admitirse para poner de manifiesto la diferencia entre los *alimentos*, que generalmente son modificados durante la digestion, y los *medicamentos*, que son por el contrario capaces de modificar las propiedades vitales de los órganos digestivos; pero es preciso advertir que entre los verdaderos alimentos se hallan el *agua*, la *albúmina* y otros cuerpos que recorren el tubo digestivo y circulan por el aparato respiratorio sin que, químicamente hablando, experimenten cambio alguno antes de ser asimilados.

Hánse dividido los alimentos de diferentes maneras, así por los fisiólogos, como por los químicos. En algunas obras de fisiología, hemos visto formar de ellos dos grupos, atendiendo singularmente á su importancia en las funciones de nutricion, llamando *principales* á los unos, y *accesorios* á los otros. Entre los primeros se colocan la *fibrina*, la *gelatina* y otros parecidos, y entre los segundos se continúan las *grasas* el *osmazomo* y análogos.

Basta discurrir un poco sobre la grande importancia que en la economía tienen las sustancias grasas, y otras varias materias no nitrogenadas, que en el acto de la respiracion se descomponen y dan lugar al desprendimiento ó desarrollo de calor, sin el cual es imposible la existencia de los animales de escala superior, para convencerse de que por ningun concepto deben considerarse como accesorias;

y es muy probable que accesorias no son ni esas sales minerales que en pequeña cantidad existen en la economía como la sal comun y otras, que si bien se examina desempeñan tambien un importante papel.

Mas racional es, y fundada en principios químicos-fisiológicos, la division de los alimentos en *plásticos* y *respiratorios*. Entiéndense por los primeros todos aquellos que sirven para la renovacion de los tegidos, como las *sustancias albuminoideas* ; y constituyen los segundos, los que en virtud de su constitucion química están encargados de experimentar una combustion en los pulmones, y son por consiguiente el principal origen del calor animal. Aquellos son cuerpos nitrogenados, y entre estos figuran los que carecen de nitrógeno, cuyos principales tipos ó especies son de ver en la siguiente tabla.

ALIMENTOS SIMPLES AZOADOS.

De origen animal.	De origen vegetal.
Albúmina.	Albúmina vegetal.
Fibrina.	Gluten (fibrina vegetal.)
Hematosina.	Emulsina.
Caseina.	Legúmina (caseina vegetal.)
Gelatina.	Pectina (gelatina vegetal.)

ALIMENTOS SIMPLES NO AZOADOS.

De origen animal.	De origen vegetal.
Lactina.	Fécula.
Acido láctico.	Dextrina.
Grasas.	Azúcar.
	Gomas.
	Zumos ácidos.
	Aceites grasos.

Fácil es comprender que nuestros alimentos ordinarios son mezclas en proporciones distintas de algunos de los principios inmediatos ó alimentos simples anteriores; así la *leche* contiene *caseína* que es una materia plástica, *lactina* y *manteca* que constituyen el elemento respiratorio, además de las *sales* que son un débil laxante. En el *pan* hallamos el *gluten* que es materia plástica y la *fécula* alimento respiratorio, además de las sales entre las que figuran los *fosfatos*, á fin de que venga á comprobarse que el pan es en realidad el mas completo ó mas perfecto de nuestros alimentos.

Del mismo modo veremos en las lecciones sucesivas que tiene lugar en los demás alimentos, así del hombre como de los demás animales.

AGUA PURA.

Este es el mas interesante de los alimentos, pues no solo entra en la constitucion de un sin número de compuestos orgánicos asimilables, sino que es in-

dispensable para que tengan lugar ciertas metamorfosis importantes de algunos alimentos respiratorios, y es finalmente el vehículo por medio del cual completa ó incompletamente disueltas, son trasportadas todas las materias desde el estómago á todas las partes del cuerpo.

No es el estudio físico el que de este cuerpo debemos hacer aquí, tampoco debemos recorrer sus propiedades químicas, pues sobre sernos conocidas, son muy numerosas, y nos distraerian de nuestro principal objeto; debemos limitarnos al estudio de la naturaleza y cantidad de los elementos que la constituyen, sin lo cual no podríamos formarnos cargo del papel que dicho líquido desempeña en el organismo vivo.

Considerada el agua como elemento, no solo por Aristóteles, sino por los fundadores de todas las antiguas escuelas filosóficas, vino á ser estudiada á últimos del siglo pasado, primero por Cavendish, y luego por Lavoisier y otros químicos, quienes pusieron de manifiesto que entraban dos elementos distintos en su composicion, á saber el *hidrógeno* y el *oxígeno*, y que por cada dos volúmenes de aquel entraba solo un volumen de este.

Lo primero se puede comprobar hoy, haciendo arder gas hidrógeno en una campana, cuyas paredes van cubriéndose lentamente de gotitas de agua, y lo segundo por diferentes procedimientos, de los que indicaremos los mas sencillos.

PROCEDIMIENTO 1.º Descomponiendo el agua por el potasio en la cuba hidrargiro-neumática. Se pro-

duce cierta cantidad de hidrógeno que queda libre, y se oxigena el potasio, produciendo potasa que queda disuelta. Determinada la cantidad de esta y calculado el oxígeno que contiene, se observa que por cada 100 partes de oxígeno existente en la potasa, se produjeron 125 de gas hidrógeno.

PROCEDIMIENTO 2.º Dirigiendo una corriente eléctrica á un pequeño depósito de agua, de tal manera, que cada uno de los *reóforos* de la pila que para ello se emplee, esté cubierto con un tubo ó pequeña campana graduada. Al producirse la corriente, el agua se descompone, el oxígeno se dirige ó acumula al polo positivo, y el hidrógeno al negativo; observándose en cualquier momento en que suspendamos la acción de la corriente, que el volúmen del último gas, es exactamente doble del volúmen del primero. De donde se deduce, que el agua consta de dos volúmenes de hidrógeno por uno de oxígeno, y como está admitido que en un volúmen igual de diferentes gases existe un número exactamente igual de átomos de cada uno de ellos, resulta que el agua debe constar de un átomo de oxígeno, por cada dos de hidrógeno; luego su fórmula en átomos debe ser $H^2 O$. Mas como el oxígeno tiene el equivalente igual al átomo, y el hidrógeno lo tiene doble, resulta que la fórmula del agua espresada en equivalentes debe ser HO .

PROCEDIMIENTO 3.º Dirigiendo el agua en vapor á un alambre de hierro arrollado en espiral, y colocado dentro de un tubo de porcelana, calentado al rojo que comunique á beneficio de otro tubo con una cam-

pana colocada en la cuba hidroneumática. El hierro descompone al vapor de agua, el oxígeno se fija al hierro, y el hidrógeno se dirige á la campana recipiente. El aumento de peso de la espiral de hierro, nos dá cuenta de la cantidad de oxígeno del agua descompuesta, y el volúmen del gas del recipiente, que es hidrógeno, nos acusa la cantidad de este; observándose en todos los casos la misma relacion de que hemos hecho mérito en el procedimiento primero, esto es, que por cada 100 partes en peso de oxígeno, existen 12'5 de hidrógeno. Partiendo ahora estos números por los equivalentes respectivos, tenemos $\frac{100}{100} = 1$ y $\frac{12'5}{12'5} = 1$; luego el agua consta de un equivalente de hidrógeno, ó sean dos átomos, y un equivante ó sea un átomo de oxígeno; por lo tanto su fórmula es $\text{HO} = \text{H}^2 \text{O}$, conforme lo habíamos demostrado en el procedimiento segundo.

Tambien se prueba ser esta la composicion del agua por *síntesis*. En efecto, tomando dos volúmenes de hidrógeno, mezclándoles uno de oxígeno, y haciendo pasar por su masa una chispa eléctrica, se combinan dichos gases, para formar agua sin que quede absolutamente residuo de uno, ni de otro gas.

AGUAS POTABLES.

Así se llaman aquellas aguas minerales ó naturales, que si bien contienen en disolucion materias de naturaleza varia, pueden no obstante ser destinadas á los usos de la vida, ya sea porque dichas ma-

terias son inocentes, ó porque siendo algo activas existen en muy pequeña cantidad.

Es muy fácil comprender, que el agua mas ó menos pura al atravesar por diferentes capas de terreno, debe disolver algunas materias, que segun su naturaleza y cantidad, la comunicarán buenas ó malas propiedades. De ahí el que resulten unas veces *potables* otras *medicinales* y otras terminantemente *venenosas*; de ahí además el que si bien las de los dos últimos grupos tienen en disolucion alguna ó algunas materias que las caracterizan, no dejan de contener en proporciones variables, muchas sustancias que se hallan en las aguas potables; y de ahí finalmente el que algunas materias como la cal, la sílice, los álcalis, etc. se encuentren en casi todas las aguas que nos ofrece la naturaleza.

No es extraño en consecuencia que algunos hidrólogos consideren que las aguas minerales medicinales tienen el mismo origen que las potables, y que los procedimientos de análisis sean los mismos para unas y otras, pues en último resultado las aguas medicinales exigirán además de los trabajos necesarios para el estudio de los principios existentes en las potables, algunos otros encaminados á la determinacion de los cuerpos que constituyen su esencia, y á los que deben las virtudes que les son características.

De aquí resulta que para el estudio químico-analítico, podremos sin dificultad formar un solo grupo de todas las aguas minerales, así potables, como medicinales, estableciendo reglas de análisis comu-

nes á todas ellas, sin perjuicio de entrar en detalles acerca la determinacion de la naturaleza y cantidad de los principios dominantes ó característicos de las esencialmente medicinales.

Pero antes de emprender este estudio, nos ocuparemos de los medios que se han aconsejado para venir en conocimiento del grado de potabilidad de las aguas, sin necesidad de practicar verdaderos análisis de las mismas.

LECCION XIV.

Aguas potables en particular.—Procedimientos que se han recomendado para venir en conocimiento del grado de potabilidad de las aguas, sin necesidad de practicar su riguroso análisis.—Hidrotimetria, su fundamento é importancia.

El estudio de las aguas potables es muy interesante, pues á su naturaleza se atribuyen fundadamente ciertos trastornos que experimenta la economía de los animales. Aun para los usos de la industria, importa el conocimiento de la naturaleza de los principios constitutivos del agua natural, pues tambien depende de ella la duracion de las calderas de las máquinas de vapor, así como el establecimiento de algunas fabricaciones, que necesitan agua medianamente pura ó desprovista de ciertas sales cáreas y magnesianas.

Como el análisis detallado de los cuerpos que mineralizan las aguas es siempre trabajoso, y algo delicado, y de otra parte no siempre es indispensable el conocimiento perfecto de todas las materias que contienen, se han indicado desde muy antiguo, para venir en conocimiento de la naturaleza de las aguas potables, procedimientos groseros, generalmente empíricos, algunos de los cuales se mencionan en las obras de química y de historia natural.

Efectivamente, se recomienda preferir para los usos de la vida aquella agua, en que mejor *se cuecen las legumbres*, pues está probado que las aguas abundantes en sales calizo-magnesianas, reaccionan sobre los principios de aquellas semillas, y determinan su endurecimiento en lugar de facilitar su coccion, al contrario de lo que sucede con las mineralizadas por las sales alcalinas.

Tambien se conoce desde muy antiguo la propiedad que tiene el agua de disolver el jabon, sin descomponerle sensiblemente, mientras no contenga en cantidad considerable las sales terreo-alcalinas; y de ahí el que se aconseje usar con preferencia aquellas que *no cortan el jabon*, ó como diríamos hablando con propiedad, que no contienen sales calcáreas ni magnesianas suficientes para formar sensible ó notable precipitado con los ácidos grasos del jabon, que se emplea como verdadero reactivo.

De aquí se deduce que la causa del precipitado que en las aguas produce la disolucion de jabon, es la cal y la magnesia que en forma salina contienen;

y que en general es mas pura ó mas ligera una agua, en cuanto da menor cantidad de dicho precipitado. Tal es la base que sirvió al célebre químico *Clarke* para inventar un instrumento usado hace ya mucho tiempo en Inglaterra, por medio del cual se viene en conocimiento de las buenas cualidades de las aguas, y sobre todo de la cantidad de materias incrustantes que depositan cuando se usan para alimentar las calderas de las máquinas de vapor.

Consiste el instrumento en una bureta graduada que se carga con un licor jabonoso, de composicion conocida, y por el volúmen que de dicho líquido se necesita para agotar las sales terreo-alcalinas del agua ensayada, se calcula aproximadamente la cantidad que de las mismas tiene en disolucion, pues las sales alcalinas no se afectan por la tintura de jabon.

Con estos antecedentes, discurramos sobre el fundamento, forma y fondo del instrumento que con el nombre de *hidrotímetro* han dado á conocer en Francia los Sres. *Boutron* y *Boudet*, y podremos persuadirnos de que á lo mas, han llegado á perfeccionar el procedimiento del químico inglés.

Efectivamente dichos químicos recomiendan tomar como *licor hidrotimétrico* una disolucion de jabon obtenida del modo siguiente:

Tómese;

Jabon blanco de Marsella. . . 100 gramos.

Alcohol de 90° centesimales. . 1600 »

Disuélvese el jabon en el alcohol, calentándolo

oportunamente, se filtra para separar las sales y demás materias insolubles que dicha substancia puede contener, y al licor filtrado se añade agua destilada 1000 gramos. Así se obtienen 2700 gramos de licor *hidrotimétrico*.

Persuadidos los Sres. Boutron y Boudet de que el jabon puede variar algo de composicion, y que por lo tanto debia variar tambien su fuerza precipitante, han hecho constar la necesidad de ensayar las propiedades de este líquido de prueba, el cual solo estará bien cuando de él se gasten exactamente 23 grados de la *bureta hidrotimétrica* para producir espuma persistente con 40^º de una disolucion de cloruro de calcio á $\frac{1}{4000}$, que se conoce con el nombre de *disolucion normal*. Este por consiguiente se prepara disolviendo 1 gramo de cloruro cálcico químicamente puro en 4000 gramos ó sean 4 litros de agua destilada; de donde resulta que en los 40^º que se toman para un ensayo, hay exactamente 0'01 de dicho cloruro.

Así dispuesto el líquido jabonoso ó *licor hidrotimétrico*, nada mas fácil que ensayar una agua potable y fijar su grado. Tómanse de ella 40^º mediante un frasquito que tiene una señal al intento, y se va añadiendo lentamente tintura jabonosa con la que se tiene cargada una bureta dividida en grados, de tal modo que 23^º correspondan exactamente á 2'4^º y se llaman *grados hidrotimétricos*.

Obsérvese que al principio el agua que se ensaya va enturbiándose por la accion de la tintura de jabon, por formarse precipitado blanco de sales

calizo-magnesianas, producidas por las tierras alcalinas del agua y los ácidos grasos del jabon; y mientras esto se verifica, no se forma espuma por la agitacion del líquido, ó en caso de formarse, no es persistente, se disipa pronto por sí misma; pero viene un momento en que las tierras alcalinas del agua son ya precipitadas, y el jabon que últimamente se añade, no reacciona, se disuelve, é inspiando al líquido, le comunica la propiedad de formar una espuma fina, persistente cuando menos por diez ó doce minutos.

En este caso podemos asegurar que el jabon se halla en sensible exceso, como conviene, pues de otro modo la espuma se disiparía apenas hubiésemos dejado el líquido en reposo. De manera que el fundamento de este método está en la propiedad que el jabon comunica al agua que carece de sales terreo-alcalinas, de producir por la agitacion una espuma persistente, espuma que en el agua destilada se forma en cuanto recibe dos ó tres gotas de *licor hidrotimétrico*; y que las aguas potables solo la dejan producir cuando ya soltaron todas las sales terreo-alcalinas que tenian disueltas.

De aquí resulta inmediatamente, que si se comparan con el *hidrotimétro* en la mano diferentes aguas potables, será mas pura, mas desprovista de sustancias terreo-alcalinas, aquella que marque menos grados hidrotimétricos, pues habrá necesitado menor cantidad de jabon para formar la espuma persistente, y podremos llegar á obtener una escala ó série de grados que nos permitirá á golpe de vista

conocer cuál es la mas ligera de ellas, y cual la relacion entre sus respectivos grados de potabilidad, pudiendo establecer luego comparaciones entre estos tipos y los grados hidrométricos de las diferentes aguas que sucesivamente vayamos examinando.

Para cada uno de estos ensayos se recomienda tomar 40^{cc} de agua potable y si fuere muy cargada de sales convendria tomar 20^{cc} que se diluirian en una cantidad igual de agua destilada, para evitar que siendo muy abundante el precipitado terreo-alcalino, dificulte el ver bien la formacion de la espuma. Terminada la operacion, si se han gastado grados 35, se dice que el agua marca 70 grados hidrotimétricos.

Hasta aquí el instrumento de los Sres. Boutron y Boudet no difiere mucho del de Clarke, de que antes nos hemos ocupado, y sus indicaciones son bastante exactas, mientras no tengamos mas objeto que establecer comparacion entre la cantidad que de sales calcáreas y magnesianas tienen las diferentes aguas potables, lo cual es de suma importancia en la resolucion de ciertos problemas industriales. Pero los autores del hidrotímetro han querido ir mas allá, y han pretendido fijar con el mismo licor jabonoso cual es la cantidad que de cal y magnesia se halla en forma de carbonato, y cual en forma de sulfato ó de cloruro, supliendo de esta manera los procedimientos ordinarios de análisis. En este terreno el hidrotímetro deja mucho que desear, por mas que otra cosa se empeñen en sostener sus autores, así como algunos de los partidarios de este

procedimiento, el cual si es sencillo en el fondo, es muy incompleto y aun inexacto en sus resultados, desde el momento en que lo empleamos como sustituto del procedimiento de análisis ordinario.

LECCION XV.

Cuidados que exige el uso del hidrotímetro.—Principios en que se apoya el dictado de inexacto, que se aplica á este instrumento cuando se emplea para determinar la verdadera composición de una agua.

No basta el ensayo hidrotimétrico de una agua natural, para formar una cabal idea de su naturaleza, sino que es necesario practicar diferentes operaciones ya empleándola pura, ya desprovista de algunos de sus principios mineralizadores. Generalmente son en número de cuatro las que recomiendan practicar los autores del procedimiento, á saber:

Primera: tómense 40^{cc} del agua natural, y trátense por la tintura jabonosa. Los grados que marca el instrumento empleado con las precauciones ya mencionadas, se llamarán *grados hidrotimétricos totales* del agua, que como ejemplo supondremos que son 25°.

Segunda: tómese un volúmen igual de agua, y despues de tratada por *oxalato de amoniaco*, á fin de precipitar toda la cal, y filtrado oportunamente

el líquido, ensáyese con el mismo *licor hidrotimétrico*, y se encontrará que el agua marca entonces menos grados, porque no existe en ella *la cal* que naturalmente contenia. Supongamos que entonces marca 11°.

Tercero: hiérvanse por espacio de media hora otros 40^{cc} de agua para descomponer el *carbonato de cal* que pueda contener, fíltrese el líquido y regénese su primitivo volúmen, examínense los grados, y se hallarán menos de 25°, toda vez que el agua perdió la cal que existia en forma de *carbonato*. Supongamos que marca 15° (1).

Cuarto: hágase finalmente otro ensayo con nueva cantidad de agua que se hace hervir, que se filtra luego, que se la precipita por oxalato amónico, y despues de vuelta á filtrar, se restablece su primitivo volúmen, y supongamos que marca 8°.

El *primer ensayo* demuestra los grados correspondientes al *ácido carbonico*, *carbonato cálcico*, *sales varias de cal y de magnesia* contenidas en el agua, y son 25°.

El *segundo* representa los grados correspondientes á las *sales de magnesia y al ácido carbónico* que quedaron en el agua despues de la eliminacion de la cal; por consiguiente restando de los grados

(1) Los autores del hidrotímetro dicen haber observado que el carbonato de cal no se precipita completamente durante la ebullicion, sino que queda en parte disuelto, así es que prudencialmente aconsejan descontar 3° del número de los marcados por el instrumento en este ensayo; así en el caso que nos ocupa, diríamos 15°—3°=12°.

totales, los que marca ahora el agua, resultan por diferencia los grados correspondientes á la cal que hemos separado por oxalato amónico $25^{\circ}-11^{\circ}=14^{\circ}$ correspondientes á las sales de cal del agua.

El *tercero* representa la *magnesia y la cal* que existia en el agua además del carbonato de esta última base, y son $25^{\circ}-15^{\circ}=10^{\circ}$ que representan el *carbonato de cal y el ácido carbónico*.

El *cuarto* representa las *sales de magnesia* contenidas en el agua, y que no han podido ser precipitadas por la ebullicion ni por el oxalato amónico 8° .

Siendo las sales de cal representadas por 14° y las de magnesia por 8° tendremos $14^{\circ}+8^{\circ}=22^{\circ}$. De donde $25^{\circ}-22^{\circ}=3^{\circ}$ que espresan los correspondientes al *ácido carbónico* del agua.

RESÚMEN.

1.º Grados totales.	25º
2.º Idem correspondientes á las <i>sales de cal</i>	14º
3.º Idem idem á <i>sales de magnesia</i>	8º
4.º Idem idem á <i>ácido carbónico</i>	3º
5.º Siendo el ácido carbónico igual á 3° y el carbonato de cal y ácido carbónico iguales á 10 resulta $10-3=$ grados del <i>carbonato de cal</i>	7º
6.º Siendo el conjunto de las sales de cal 14° y el carbonato 7° resulta que los grados correspondientes á las <i>sales de cal diferentes del carbonato</i> son.	7º

EL AGUA EXAMINADA CONTIENE.

Acido carbónico.	3°
Carbonato de cal.	7°
Sales de cal diferentes del carbonato.	7
Sales de magnesia.	8°
TOTAL.	25°

Los autores de este procedimiento exponen una tabla que indica la cantidad de cada uno de estos cuerpos correspondiente á un grado hidrotimétrico, en donde se halla que 1° de ácido carbónico libre representa de dicho cuerpo 0'005 gramos; por consiguiente los tres grados hallados en nuestro caso equivalen á $3 \times 0'005 = 0'015$ gramos. Del mismo modo 1° de carbonato de cal corresponde á 0'0103, y en consecuencia tendremos en el ensayo anterior $7^\circ \times 0'0103 = 0'0721$ gramos, y haciendo lo mismo con los demás cuerpos, hallaríamos al fin la suma ó peso del conjunto de los hallados en el ensayo hidrotimétrico del agua.

Pero es preciso formarse cargo de que en la práctica de este procedimiento para examinar las aguas, se parte de *algunos principios insostenibles*, que apuntaríamos someramente.

1.º En las aguas potables lo mismo que en las medicinales se encuentran ciertas materias como la alúmina, óxidos de hierro y de mangano, sílice, etc., que son precipitadas por el agua de jabon

y que vienen á confundirse y aun sumarse con las verdaderas sales cálcicas y magnésicas (1).

2.º Admítese que cuando una agua contiene bicarbonatos de cal y de magnesia con ó sin otras sales de esta última base, y se sujeta á la ebullicion, los bicarbonatos son transformados en carbonatos, precipitándose el de cal, pero no el de magnesia, que segun dicen, por el enfriamiento y agitacion del líquido, se redisuelve; de manera que por filtracion se separa puro el carbonato de cal. La experiencia prueba que de una mezcla de los dos bicarbonatos, se precipitan simultáneamente las dos sales neutras.

3.º Supónese que el carbonato de cal es soluble en agua lo bastante para que tenga que hacerse una correccion de 3.º hidrotimétricos, ó sean 0'030 gramos á la cantidad de carbonato de cal precipitado por la ebullicion; de donde resulta que cuando el agua que se ensaya tenga menos de 0'030 gramos de carbonato de cal, será de todo punto inapreciable, pues como no se formará precipitado, tampoco se hará correccion.

Añádanse á estas consideraciones la de que el *hidrotimetro* nada puede decirnos del aire disuelto en las aguas, cuya influencia en la economía es bien manifiesta; que no acusa las *materias organicas* que muchas de ellas contienen; que las *sales alcalinas* tampoco son acusadas por la tintura de jabon, y por consiguiente que una agua que tenga *nitrate*

(1) De esta imperfeccion ya hablan los autores del procedimiento.

de potasa ó arsénito de sosa en cantidad muy superior á la necesaria para producir los efectos de un veneno, será considerada como agua potable, y aun como químicamente pura.

Con razon se ha dicho pnes que el hidrotímetro, instrumento muy bueno para satisfacer ciertas necesidades de la industria y de las artes, es enteramente inútil cuando uno pretende formar acabado concepto acerca la verdadera naturaleza química de una agua mineral (1).

LECCION XVI.

Importancia del análisis de las aguas minerales medicinales.—
Su clasificacion.—Substancias mas frecuentes en las aguas medicinales.—Concomitancias.

AGUAS MINERALES MEDICINALES.

La importancia de las aguas minerales lo mismo que su historia se remonta á los primitivos tiempos. Los fenicios y los egipcios ya nos hablan de sus propiedades. Los griegos se ocuparon de las virtudes de un gran número de manantiales, habien-

(1) Para mejor conocer las ventajas é inconvenientes del método de los Sres. Boutron y Boudet, véanse nuestras *Observaciones acerca la Hidrotimetría* publicadas hace ya algunos años.

do sido conducidos por su fanatismo á ponderarlos hasta el punto de ser considerados como una verdadera panacea. Entre los romanos se popularizó extraordinariamente el uso de las aguas por considerarse como recreativas y preservativas de muchas enfermedades, mereciendo una singular proteccion de los cónsules y emperadores, á cuya instancia se construyeron establecimientos balnearios tan capaces, que podian en ellos bañarse cómodamente millares de personas.

Considéranse los romanos como los primeros escritores sobre las virtudes de las aguas minerales, pues Vitrubio recomendó eficazmente las *nitrosas* como purgantes, y Plinio distinguió las *acidulas*, *sulfurosas*, *saladas*, *aluminosas*, *marciales* y *bituminosas*; y estudiadas las virtudes de muchas de ellas, proclamó el tan conocido axioma, *In nulla enim parte naturæ majora sunt mirácula quam in thermis*. En todos los países sujetos á la denominacion de los romanos se encuentran monumentos, inscripciones etc., que prueban el aprecio que hicieron los conquistadores de las aguas minerales, sobre todo de las termales, aprecio que segun algunos historiadores depende de los buenos efectos que de las mismas obtenian en la curacion de las heridas.

Abusóse con el tiempo de los baños entre los romanos y se introdujeron prácticas contrarias á la sana moral, asi es que aun antes de la caida del Imperio se publicaron rigurosos decretos disponiendo la destruccion de algunas preciosas termas, que podemos decir, se acababan de edificar.

En España se conservó mas que en otras naciones el uso de las aguas minerales, mereciendo la proteccion de los Reyes durante la dominacion goda, y siendo frecuentemente prescritas aun en tiempo de los Arabes.

Hasta el siglo décimo-quinto no se publicó en Europa trabajo alguno importante acerca las virtudes de las aguas minerales. Entonces empezaron en Italia y siguieron en Alemania, Francia é Inglaterra las publicaciones hidrológicas, y aun en nuestro pais, fueron considerables las que vieron la luz pública, sobresaliendo la *Historia universal de las aguas minerales de España* que nos dió á conocer el célebre Bedoya en el año 1764 y siguientes.

En el presente siglo han seguido publicándose en nuestro pais trabajos diversos, pero hablando en general, y prescindiendo de la importancia que puedan tener bajo el punto de vista médico ó terapéutico, ofrecen escaso interés para nosotros, tratándose de su estudio químico analítico. Y entiéndase que al espresarnos así, no desconocemos que son numerosas las memorias publicadas en estos últimos tiempos por los Directores de los establecimientos de aguas minerales, tan oportunamente nombrados para desvanecer las preocupaciones, para desterrar los abusos que en muchos manantiales se cometian, así como para reunir datos clínicos capaces de ilustrar la conciencia de los prácticos.

Mientras que el distinguido Dr. James está diciendo en sus importantes escritos, que *la composicion química de una agua es el primer dato que debe*

procurárse el médico si quiere fundar su indicacion, imprimense entre nosotros, trabajos relativos á aguas minerales, donde se hace gala de omitir la composicion química que se considera de escasa importancia, y á las veces se consigna la gran actividad del fluido eléctrico, cuya existencia ni se ha puesto de manifiesto, ni puede admitirse por ningun concepto, dadas las condiciones en que indispensablemente deben usarse. Y es que la ignorancia ha inducido á ciertos escritores á suponer que las sustancias minerales, hierro, azufre, arsénico y sus compuestos deben haber perdido sus virtudes en el mero hecho de estar disueltos en una agua mineral, ó que tiene ésta el mágico poder de comunicar á todas ellas la mas completa inercia.

Lejos de admitir semejantes absurdos, nosotros seguiremos las indicaciones de los mas célebres hidrólogos de Europa en este punto, y encaminaremos nuestros esfuerzos á la determinacion de la naturaleza y cantidad de los principios mineralizadores de las aguas, no porque creamos que en el estado actual de conocimientos el análisis de estos líquidos nos autorize para asegurar que no hay, ni puede haber, otras materias activas que las acusadas por los reactivos hoy aplicables, sino porque creemos que la hidrología deberá quedar rezagada en la senda del progreso que han emprendido las ciencias naturales, mientras no tenga por base los estudios químico-analíticos.

Dijo Chaptal que *al analizar las aguas minerales, sucede lo que al disecar los cadáveres.* Y en efecto,

del mismo modo que en la saliva de un animal que padece hidrofobia, no se ha podido aislar el *virus deletereo*, así puede ocurrir que alguno de los elementos activos de un agua sea de tal manera sutil ó exista en cantidad tan pequeña, que no esté al alcance de nuestras manipulaciones mas delicadas.

Así se comprende que en algunas aguas minerales analizadas diferentes veces, en épocas mas ó menos distantes unas de otras, se hayan descubierto en los últimos trabajos, principios que no se habian consignado en los primeros, por no poseer los autores de estos los recursos de que los otros pudieron disponer. Las aguas de Vichy, por ejemplo, está probado que contienen arsénico, del cual no hablan los primeros análisis, hechos sin embargo por personas competentes. De todo lo cual se deduce, que en realidad solo podemos formarnos cargo en el estudio de las aguas minerales de lo que se vé, se cuenta, se mide ó se pesa; pero nótese bien el gran paso que habrá dado la ciencia hidrológica y aun la Medicina práctica el día en que esto pueda decirse siquiera de los manantiales mas importantes.

Antes de empezar el estudio de las operaciones que deben practicarse para analizar las aguas, debemos ocuparnos de su *clasificación*, no por la importancia que esta puede tener en sí, sino porque de la clasificación deduciremos los principios fundamentales de la *nomenclatura químico-hidrológica*.

Clasificación de las aguas: hánse dividido por algunos segun su temperatura, en *termales* y *frias*.

Otros las han agrupado atendiendo á la naturaleza de los terrenos, donde nacen, lo cual podrá ser muy importante bajo el punto de vista geológico, pero no bajo el punto de vista químico-médico. Finalmente en las obras modernas se han clasificado las aguas atendiendo á su composicion, y estas son las clasificaciones mas interesantes para nosotros. Entre las muchas que pudiéramos citar, nos parece preferible la de Henry, aunque no se halla desprovista de algun lunar, de que en su dia nos formaremos cargo.

no pueden colocarse en ninguno de los otros cuatro grupos, y generalmente contienen como principios dominantes los cloruros y sulfatos, ya terreo-alcálinos, ya alcalinos. Dividese en cuatro géneros, cuyos nombres indican bien cual es el elemento dominante de cada uno de ellos.

CLASE 2.^a—*Aguas acidulas carbonatadas y bicarbonatadas*. Comprende principalmente las que contienen, además de los carbonatos alcalinos y terreo-alcalinos, una cantidad más ó menos grande de ácido carbónico, que les da un sabor picante ó ácido particular, por hallarse enteramente libre.

CLASE 3.^a—*Aguas alcalinas*. Son las que abundan en sales á base alcalina, y muy comunmente son silicatos ó boratos de potasa ó de sosa.

CLASE 4.^a—*Aguas sulfuradas ó sulfurosas*. Son las que deben sus propiedades químicas y médicas al sulfhídrico libre y combinado que contienen. Dividense en varios géneros, segun que lo contengan en estado de libertad ó en forma de sulfuro ó sulfhídrico.

CLASE 5.^a—*Aguas ferruginosas*. Las que contienen el hierro en forma ferrosa, ó en forma férrica. Dividense principalmente en *sulfatadas*, *carbonatadas* y *crenatadas*, segun la naturaleza del ácido que está combinado con la base ferruginosa. Algunas contienen además manganeso, y toman el nombre de *manganesianas*.

Aunque son numerosísimas las substancias que se hallan en las aguas, hay algunas que son muy raras, y pocas veces forman el objeto de nuestros

estudios; al contrario de lo que sucede con otras que son muy frecuentes en las mismas, y son las que continuamos en la siguiente tabla:

Cuerpos simples.—Oxígeno y nitrógeno.

Cuerpos compuestos minerales.	{	<i>Acidos</i> clorhídrico, sulfhídrico, carbónico, sulfúrico, silícico, y pocas veces el fosfórico, yodhídrico, bromhídrico, crénico y apocrénico.
		<i>Bases</i> : cal, alumina, magnesia, Oxidos ferroso y férrico, manganeso, álcalis y la litina.

Materias orgánicas de naturaleza varia.

Obsérvase en las aguas minerales, que ciertos cuerpos van casi siempre acompañados de otros que ya en la naturaleza suelen hallarse reunidos, y se denominan *concomitantes*. En este caso se hallan por ejemplo la cal y la magnesia, el hierro y el manganeso, la barita y la estronciana, etc. Aunque algunos prácticos llaman la atención acerca la coexistencia de estos cuerpos en las aguas, no es de gran interés, puesto que en ningún caso podemos dispensarnos del uso de los reactivos de cada uno de ellos si queremos estar perfectamente seguros de su presencia.

LECCION XVII.

Análisis de las aguas minerales.—Operaciones que deben practicarse al pié del manantial.—1.º Estudio físico del agua.—2.º Accion del papel de tornasol y demás reactivos comunes.—3.º Temperatura.—4.º Reposicion de algunos litros de la misma.—5.º Evaporacion à fin de obtener cierta cantidad de residuo sólido.—6.º Determinación del peso específico.

El congunto de operaciones que deben practicarse para llevar á cabo el verdadero análisis de una agua se divide en dos séries; 1.^a Operaciones que deben prracticarse al pié del manantial. 2.^a Operaciones practicables en el laboratorio.

Operaciones del grupo 1.º ó al pié del manantial: 1.^a *Estudio físico del agua:* este tiene por objeto formarse una idea de los caractéres sobresalientes del agua, por los cuales viene el químico á establecer el órden de operaciones que debe practicar para llenar su objeto. Fórmase cargo del olor, del sabor; y transparencia del líquido, de si desprende ó no gases; si se enturbia por el conducto del aire, etc., etc.

2.^a *Accion del papel de tornasol y demás reactivos comunes.* El papel de tornasol acusa la presencia de los ácidos en el agua. Suponiendo que se enrojece, es preciso examinar si dicho color es persistente, ó desaparece por la desecacion. En

el primer caso, el ácido es fijo ó poco volátil, en el segundo es muy volátil ó gaseoso. Si por resultado de este ensayo presumimos que dicha agua contiene ácido carbónico libre, la trataremos con agua de cal, que formará precipitado blanco de carbonato cálcico, redisoluble en esceso de agua mineral, si realmente tenia dicho ácido libre.

Conviene igualmente tantear la accion de las sales de barita y de plata, asi como del oxalato amónico y fosfatos alcalinos, para venir en conocimiento de la cantidad en que se hallan poco más ó ménos las tierras alcalinas, y los ácidos sulfúrico y clorhídrico, tan frecuentes en las aguas.

3.^a *Temperatura:* esta se determina con los termómetros de Reaumur ó centígrado, cuyas relaciones son bien conocidas. Es conveniente fijarla diferentes veces, y si puede ser en diferentes estaciones del año, á fin de apreciar las variaciones que puede presentar.

4.^a *Reposicion:* ademas de la reposicion de unos litros de líquido que inevitablemente deben llevarse al laboratorio, conviene reponer con mucho cuidado una pequeña cantidad del mismo en un frasquito, donde previamente debe haberse puesto *cloruro cálcico amoniacal*, ó *clorhidrado de ácido arsenioso*, segun que el agua sea carbónica ó sulfurosa. Como se anota el volúmen que de agua se pone en estos frascos, es fácil determinar en el laboratorio cual es la cantidad que de gas carbónico ó sulfhídrico existe por litro de agua. A fin de evitar toda clase de pérdida, se pone el reactivo en el frasco, y se recibe

en seguida la cantidad de agua necesaria para llenarlo, se tapa perfectamente, y se guarda.

5.^a *Evaporacion*: aunque en algunas obras se describen aparatos especiales para la evaporacion de las aguas, no hay dificultad en practicarla en vajijas de porcelana ordinarias, con tal que se tomen las debidas precauciones para evitar el que las cenizas que pueden levantarse de la hornilla no penetren en la cápsula. A este fin es muy cómodo el uso del gas del alumbrado como combustible, y en caso de no ser posible su empleo, conviene cubrir el aparato de evaporacion con una gasa ú otro cuerpo que dificulte la entrada del polvo y demás cuerpos, que podrian luego inducirnos á error.

Varia la cantidad de agua que debemos evaporar segun que sean más ó ménos abundantes las sustancias salinas en la misma; así el análisis del agua del mar puede hacerse empleando pocos litros de líquido, pues contiene gran cantidad de principios mineralizadores, al paso que de otras menos cargadas de dichos principios, hay que evaporar un gran número de litros para lograr el mismo resultado.

6.^a *Determinacion del peso específico*: fácil es comprender que todos los medios que posee la fisica para hallar el peso específico de los líquidos, son aplicables á la determinacion del que poseen las aguas minerales. A pesar de todo, acostúmbrase recomendar el llamado método del frasco, que consiste en tomar un frasquito, en cuyo tapon se halla soldado un termómetro para poderse formar cargo de la temperatura, y pesarlo vacío, luego lleno de

agua destilada, y finalmente lleno de agua del manantial. La diferencia de peso entre el frasco vacío y lleno de cada uno de dichos líquidos, nos dá el peso de dos volúmenes exactamente iguales de agua destilada, y agua mineral; partiendo el peso del volumen de esta, por el peso del volumen igual de agua destilada, se obtendrá por cociente el peso específico del agua mineral estudiada.

Este procedimiento supone el uso de una balanza fina al pié del manantial, y siempre es engorroso el transporte de dicho instrumento. De ahí el que sea preferible el uso del areómetro de Fareneith para lograr este resultado, toda vez que constituye una verdadera balanza hidrostática, la cual solo supone la necesidad de unas pesas que deben añadirse en mayor ó menor número al platillo del instrumento, segun sea mayor ó menor la densidad del agua que se estudia. Por lo demás la exactitud de este instrumento nada deja que desear, si se emplea con los cuidados necesarios.

LECCION XVIII.

Continuacion de las operaciones practicables al pié del manantial.—7.^a Determinacion de la naturaleza y cantidad de los gases existentes en una agua y que no son absorbibles por la potasa.

7.^a Dejando por ahora el estudio de los *gases carbónico y sulphídrico*, de que más adelante nos ocuparemos, debemos fijarnos en el *oxígeno y nitrógeno* que en proporciones muy variables se hallan en casi todas las aguas. Fácil es comprender que generalmente en estas, el oxígeno es mas abundante respecto del nitrógeno que en el aire atmosférico, pues su solubilidad en el agua es mayor, y es bien sabido que en dicho aire atmosférico los dos mencionados componentes no se hallan combinados, sino en estado de mezcla. Puede empero ocurrir, así en las potables como en las medicinales, que exista alguna materia orgánica ó mineral ávida de oxígeno y entonces predomina en el resultado del análisis el nitrógeno, pudiendo llegar el caso de presentarse este gas enteramente desprovisto del oxígeno.

Se procede á la extraccion y estudio de estos gases del modo siguiente; tómase una retorta ó matraz que á beneficio de un tubo se pone en comunicacion con una campana que hace veces de reci-

piente, y que se halla en una cuba hidroneumática. Esta se halla cargada con disolucion de potasa en vez de agua pura, con el fin de que se vayan fijando ó disolviendo los gases carbónico y sulfhídrico que como llevamos dicho son absorbibles. Llénase completamente la retorta lo mismo que el tubo comunicante de agua del manantial, y anótase el volúmen total de líquido empleado, caliéntase lo bastante la retorta para que el agua llegue á hervir, en cuyo caso los gases adquirirán la tension necesaria para que impulsados por el vapor puedan pasar por el tubo á alcanzar la campana recipiente. Cuando en este no aumenta ya el volúmen, se dá por terminada la operacion, y despues de adquirir la seguridad de que no existe *hidrogeno carbonado*, que en todo caso debiera separarse, (1) se procura la medicion del volúmen total de los gases; y como nos consta cual es la cantidad de agua de que proceden, se calcula fácilmente la cantidad que de los mismos existe en un litro de líquido. Es escusado decir que esta medicion debe hacerse colocando la campana de manera que se correspondan los niveles del agua dentro y fuera de la misma, teniendo además en cuenta el influjo que sobre el volúmen gaseoso tienen la presion, la temperatura y aun la humedad, á fin de hacer las debidas correcciones.

Hecho esto, queda la cuestion reducida á determinar la relacion en que se hallan el oxígeno y el

(1) Es muy raro este gas en las aguas potables como en las medicinales.

nitrógeno en la mezcla obtenida, á cuyo fin pueden utilizarse todos los medios ordinarios de análisis del aire atmosférico, que se indican en las obras de química general. Así, el procedimiento eudiométrico, el método de Brunner, que se funda en la acción del fósforo sobre el oxígeno, el de Fresenius en que se recomienda el cobre pulimentado para absorber dicho gas, y cuantos á estos se parecen, nos dan fácilmente cuenta de la relacion entre el oxígeno y nítrogeno que constituyen el aire disuelto en las aguas.

Simplificase mucho la operacion que acaba de ocuparnos, tomando una probeta de boca ancha que hace veces de cuba, y llena de agua se le coloca la campana que contiene los gases. Introdúcese en esta un pedazo de fósforo que se sostiene al extremo de un alambre de metal, y se observa que el fósforo despidе vapores á medida que va absorbiendo el oxígeno de la mezcla. Cuando aquellos cesan, no queda en la campana graduada mas que el nítrogeno, y como se sabe cual es el volúmen del conjunto gaseoso, y cual la disminucion determinada por la sustraccion del oxígeno, se tiene por diferencia la cantidad de nítrogeno. Así, suponiendo que el volúmen de la mezcla fuese de 40^{cc} y el residuo que queda despues de la accion del fósforo 32^{cc} diríamos 40^{cc}—32^{cc} de nítrogeno=8^{cc} de oxígeno; de donde resulta que para saber la composicion centesimal de la mezcla gaseosa basta decir 40^{cc} : 32^{cc} :: 100 : x = $\frac{32 \times 100}{40}$ = 80^{cc} de gas nítrogeno por ciento de mezcla, y por lo tanto 20 por ciento de oxígeno.

En lugar del fósforo puede emplearse el ácido agallico, el hidrato ferroso, ú otro cuerpo que tenga propiedades parecidas, procediendo en lo demás conforme con las indicaciones que anteceden.

Henry ha modificado el aparato de extraccion de los gases del agua colocando encima del matraz un embudo que hace veces de cuba perfectamente articulado con aquel, y dispuesto de manera que se pueda aplicar una campana graduada capaz de recoger los gases. De esta suerte es mas fácil la reunion de las burbujas en el recipiente, pues no han de recorrer las ramas del tubo, bajando al principio para después salvar la curvatura del mismo que las conduce á la campana graduada.

Complétase el conjunto de las operaciones practicables al pié del manantial, determinando el caudal de agua que contiene, si es ó no constante, si forma sedimento en los zurcos ó cañerías por donde pasa, la constitucion geológica del terreno de donde sale, así como es conveniente fijarse en la posicion topográfica del pais y en la naturaleza de sus aguas potables, datos que completan la verdadera historia del manantial que forma el objeto de nuestras investigaciones químicas.

LECCION XIX.

Operaciones que pueden practicarse en el laboratorio.

Estudio cualitativo de las materias fijas.

La primera operacion que debe practicarse en el laboratorio es la evaporacion de una cantidad de agua hasta el tercio de su volúmen, pues las materias descomponibles dan lugar á fenómenos varios, que permiten formar una idea de la verdadera naturaleza del agua. En efecto los bicarbonatos térreos-alcalinos se descomponen, despréndese el ácido carbónico que formaba la bisal y se precipita el carbonato neutro ó básico de la tierra alcalina. Si el agua es ferruginosa-carbonatada vá formándose un precipitado de sub-carbonato férrico, por el cual se deduce la preexistencia del bicarbonato ferroso. Con frecuencia se vé precipítar sílice, desprenderse gases carbónico y sulfhídrico, formarse copos de alúmina generalmente combinada, etc.

Filtrado el líquido, se obtiene el conjunto de materias sólidas, y un licor donde se hallan concentradas las sustancias solubles é indescomponibles por el calor.

Tratadas las materias sólidas por ácido clorhídrico, se obtiene un líquido primitivo donde busca-

mos la *magnesia*, la *cal*, la *alúmina*, el *óxido de hierro*, debiéndonos haber quedado la *silice* sobre del filtro como materia insoluble en el ácido clorhídrico. Como es natural, estas bases las distinguimos y aun separamos empleando los reactivos especiales de que nos ocupamos en lecciones anteriores.

El licor donde hemos dicho nos quedaban concentradas las materias solubles é indescomponibles en el acto de la evaporacion debe sujetarse á la accion de los reactivos siguientes: 1.º *Papel de tornasol azul*, y principalmente el *enrojecido*, á fin de determinar si contiene sales de reaccion alcalina.— 2.º *Acido clorhídrico* á fin de ver si las sales alcalinas son carbonatos.— 3.º *Reactivos de la cal y de la magnesia* á fin de averiguar si estas bases se hallan tambien en forma de sal soluble. Finalmente conviene estudiar la accion que sobre este líquido ejercen los reactivos que hubiesen dado resultados dudosos ó nulos sobre el agua tal como sale del manantial; y que estando ahora mas concentrado el líquido, pueden ponerse quizás de manifiesto.

Con el fin de determinar si hay *materia orgánica* tómese una parte del residuo obtenido por la evaporacion á sequedad, y caliéntese al rojo incipiente despues de haberle añadido un poco de potasa, en cuyo caso se carbonizará la materia, despidiendo productos pirogenados varios segun sea su naturaleza. Un cucurucho de papel de tornasol ligeramente enrojecido y colocado á la boca del tubo de ensayos en que esta operacion se verifica, permitirá apreciar si se forman vapores amoniacales por los

que vendremos en conocimiento de si la materia orgánica era ó no nitrogenada.

Pondrémos de manifiesto los *bromuros* y los *yoduros*, si existen en el agua, evaporando de ella algunos litros, si no se tiene disponible parte del residuo obtenido por la evaporacion al pié del manantial; y tratándolo por alcohol repetidas veces. Los líquidos reunidos se evaporan hasta sequedad y disuelta la materia en la menor cantidad de agua posible, se trata con unas gotas de agua de cloro, y se añade en seguida un poco de engrudo de almidon y un chorrito de éter; se agita bien y se deja en reposo. Si habia yoduros, el yodo puesto en libertad por el cloro obrará sobre la fécula dando la coloracion azul característica, al paso que el bromo de los bromuros disuelto en el éter será arrastrado á la superficie del líquido, formando una cinta amarilla ó rojiza, segun que sea mas ó menos abundante el bromo.

Descúbrese la *litina* evaporando algunos litros de agua hasta el tercio de su volúmen ó algo mas, mézclase este líquido filtrado con alcohol de 40°, evapórase á sequedad el licor alcohólico, trátase el residuo con una mezcla de alcohol y éter y se hace arder, en cuyo caso si existe litina los bordes de la llama blanca del éter aparecerán acarminados.

Las aguas que tienen *arsénico* frecuentemente son ferruginosas, y en general permiten descubrir dicho cuerpo en los residuos que dejan en las cañerías por donde pasan. Tómesese pues dicho residuo, ó evapórense algunos litros de agua, y el conjunto sólido

colóquese en un aparato de Marsh, teniendo presentes los cuidados que exige el estudio de este importante cuerpo y de los cuales nos ocuparemos en la Química toxicológica.

Ocupándonos de la clasificación de las aguas vimos se formaba un grupo de las ferruginosas, que se llamaban *crenatadas*, por contener una sustancia orgánica especial, electro-negativa, que se considera combinada con el óxido de hierro, y que recibe unas veces el nombre de ácido *crénico* y otras el de ácido *apocrénico*. Como el estudio cualitativo de estos cuerpos se hace por los mismos métodos que el cuantitativo de que nos hemos de ocupar en la lección próxima, no insistiremos sobre el particular.

Conviene algunas veces hacer algun estudio para determinar la presencia de los ácidos *nitrico*, *bórico* y otros, existentes solo en casos especiales, mas de todos ellos hemos visto ya reacciones características, que escusamos ahora repetir.

LECCION XIX.

Determinacion cuantitativa de las materias que se hallan disueltas en las aguas minerales.—Acido carbónico.—Acidos crénico y apocrénico.—Acidos silícico, sulfúrico, clorhídrico y fosfórico.—Materia orgánica.

Rigurosamente hablando, corresponderia hablar aquí de todos los procedimientos por los cuales se determina la cantidad de todas las substancias que se pueden hallar en las aguas minerales, pero lo haremos solo de las mas esenciales, ó sea de aquellas que exigen algun cuidado especial, ó que ofrecen alguna dificultad. Advertiremos sin embargo que en general la determinacion cuantitativa de los cuerpos se reduce á hacerlos pasar á un estado de combinacion perfectamente conocida, que nos permite deducir por cálculo la cantidad del componente que buscamos.

Acido carbónico: al hablar de las operaciones practicables al pié del manantial dijimos que en un frasco de volúmen conocido debia ponerse cierta cantidad de agua en contacto de cloruro cálcico amoniacal, que forma precipitado de carbonato cálcico, asi con el carbónico libre, como con el combinado. Si el precipitado recogido en un filtro, se descompone mediante un ácido dentro de una campana

graduada, que oportunamente se coloca en una cuba hidrargiro-neumática, se obtendrá el volúmen total que de dicho gas existia en el agua, y será así mismo fácil deducir su peso.

Igual resultado se obtendrá, descomponiendo dicho carbonato cálcico en el aparato de Frexsenius y Will, que consta de dos pequeños matraces ó valones, en el uno de los cuales se coloca el carbonato que se debe analizar, y en el otro ácido sulfúrico concentrado. Dichos valones se comunican mediante un tubo que permite, á voluntad del operador, poner en contacto el ácido con el carbonato. Pesado el aparato antes de promover la reaccion, se determina la descomposicion del carbonato, el ácido carbónico se desprende, y como no puede salir del aparato sin atravesar el ácido sulfúrico, se deseca. La pérdida de peso que ha experimentado el aparato. es exactamente el peso del ácido carbónico que existia en el carbonato analizado.

Este aparato ha recibido diferentes modificaciones en su forma, encaminadas á perfeccionar el procedimiento, y de aquí los aparatos llamados de Wurtz, de Moride y Bobierre, y parecidos.

Determinada la cantidad total de ácido carbónico de una agua, debe fijarse cual es la cantidad que se halla combinado y cual en estado de libertad. A este fin, es preciso estudiar cual es la cantidad de óxidos que en el agua estaban en forma de bicarbonato, y calcular cual es la cantidad que de ácido carbónico debian contener dichos bicarbonatos. Esta cantidad restada del ácido carbónico total hallado

en el agua, dá por diferencia el ácido que se hallaba enteramente libre en la misma.

Ácidos crénico y apocrénico : hállase solamente en ciertas aguas ferruginosas , llamadas por esta razon crenatadas. Berzelius los descubrió en un manantial de Suecia, y mas tarde se han encontrado en diferentes otros manantiales de Europa. Por sus propiedades y aun por su composicion se parecen al ácido úlmico, y es muy probable que proceden de la oxigenacion de dicho ácido.

Determinase la cantidad de estos ácidos, tomando el residuo de la evaporacion de unos litros de agua, y haciéndolo hervir con potasa por espacio de media hora, se filtra el líquido, y despues de haberlo acidulado con ácido acético, se trata con acetato cúprico, que forma un precipitado pardo, de *apocrenato de cobre*, si en el líquido habia ácido apocrénico. El licor filtrado, despues de neutralizado con carbonato amónico hasta ligero exceso, dá en caliente un nuevo precipitado blanco verdoso de *crenato cúprico* si existia en el líquido ácido crénico.

No se conoce con exactitud la fórmula de estos ácidos, pero Mulder ha analizado los dos precipitados en cuestion, y ha encontrado que el *apocrenato* desecado á 140°, dá por incineracion 42'8 por ciento de óxido cúprico, y el *crenato* dá 74'12 por ciento del mismo óxido. De donde se deduce que por una simple proporcion se halla la cantidad que de dichos ácidos existe en el volúmen de agua analizado.

La cantidad de *ácido silícico* se determina pesando el residuo que deja el conjunto salino obteniéndose

nido por la evaporacion de unos litros de agua, al tratarlo por ácido clorhídrico, pues todas las substancias se disuelven en aquel vehículo, menos el ácido silíceo.

Para estudiar los ácidos *sulfúrico y clorhídrico*, se toma un litro de agua, ó una cantidad menor, si del tanteo préviamente hecho resulta que dichos ácidos son muy abundantes; se trata con acetato de barita, despues de haber acidulado bien el líquido con ácido nítrico, se forma precipitado de sulfato barico, y se calcula del modo siguiente, $Ba\ O, SO^3 : SO^3 ::$ cantidad de precipitado formado : x. El cuarto término será la cantidad de ácido sulfúrico existente en la cantidad de agua analizada.

El líquido que pasó por el filtro al aislar el sulfato de barita, tratado con nitrato argéntico dá un precipitado de cloruro de plata, por cuya cantidad se calcula el cloro ó clorhídrico de la misma agua.

El *ácido fosfórico* se determina cuantitativamente tomando el residuo de la evaporacion de unos litros de agua, se tratan con sulfúrico concentrado para descomponer los fosfatos, dilúyese el líquido, neutralízase con amoníaco, y despues de filtrado, se trata con sulfato de magnesia, que formará precipitado de *fosfato magnésico amonico*, si realmente existe ácido fosfórico. Calcinado fuertemente este cuerpo, pasa á piro-fosfato magnésico, por cuya cantidad se calcula la del ácido fosfórico del agua, pues $(M\ g\ O)^2, Ph\ O^5 : Ph\ O^5 ::$ la cantidad de piro-fosfato : x. = cantidad de ácido fosfórico que existia en el pirofosfato que habíamos obtenido.

La materia orgánica exige por punto general algunos cuidados en su apreciacion cuantitativa, y aunque es indudable que en el estado actual de conocimientos no ofrece dificultad alguna insuperable, no faltan químicos que consideran como aproximados solamente los datos que respecto á dicha materia podemos obtener.

A esta objeto, Fresenius recomienda tomar cierta cantidad de agua, que debe evaporarse hasta casi sequedad á un calor suave, despues de haberle añadido carbonato sódico puro; filtrase el líquido, y lávanse las materias precipitadas durante la evaporacion con disolucion del mismo carbonato; los líquidos reunidos evapóranse á sequedad, y consérvase el residuo á la temperatura de 140° hasta que no disminuye su peso; calcínase entonces la masa á un calor suficiente para que la materia orgánica se descomponga por completo, y la pérdida de peso indicará la cantidad de dicha materia orgánica.

LECCION XXI.

Continuacion de los procedimientos para fijar la cantidad de las materias que se hallan en las aguas minerales.—Oxidos cálcico y magnésico.—Oxidos de hierro.—Alúmina.—Alcalis.—Modo de deducir la composicion definitiva de una agua en vista de los datos adquiridos en el análisis cualitativo y cuantitativo.

Para averiguar la cantidad de *cal* y *magnesia* de una agua, se toman unos litros de liquido, se evaporan á sequedad y el residuo se trata con ácido clorhídrico, que disuelve todas las materias, menos la sílice. El licor filtrado se neutraliza con amoníaco, y filtrado segunda vez se pone en contacto de oxalato amonico que precipita toda la cal en forma de oxalato cálcico; descompónese este á la temperatura roja, y se convierte en cal viva ó anhídrica, cuyo peso se anota.

El liquido que pasó por el filtro al separar el oxalato de cal, se trata con fosfato sódico, y forma precipitado de fosfato magnésico amonico, que calcinado se convierte en piro-fosfato magnésico; por el peso de este se calcula enseguida la cantidad de *magnesia* que existia en el liquido analizado, pues $(MgO)^2, P_2H_2O^5 : (MgO)^2 :: \text{precipitado} : x$.

La cantidad total de *hierro* de una agua, cual-

quiera que sea el estado de combinacion en que se encuentre se deduce de la cantidad de óxido ferrico que de la misma se obtiene. A este fin, se toma el residuo de la evaporacion de una cantidad determinada de la misma, y se trata por ácido clorhídrico, filtra-se el licor, y añádesele amoníaco hasta sensible exceso, que precipita el hierro en forma de óxido férrico, á veces impurificado por la magnesia y por la alúmina. Lavado sobre el filtro esté precipitado con hidrolado de ácido carbónico para separar la primera de las indicadas impurezas, y con disolucion de potasa que disuelve á la segunda, se obtiene puro el óxido férrico, que se seca y se pesa. Por la cantidad de dicho óxido se calcula mediante simples proporciones la cantidad de bicarbonato ferroso, sulfato férrico, etc., que existia en el agua mineral estudiada.

Sucede algunas veces que el hierro se halla en una agua, parte formando sal ferrosa, parte sal férrica, y es indispensable determinar la cantidad de cada uno de estos dos compuestos. Resuélvese este problema por el procedimiento de Margueritte, que consiste en tratar una cantidad de agua al salir del manantial por una disolucion graduada de *permanganato de potasa*, la cual va perdiendo su color violado á medida que el óxido ferroso del agua le roba oxígeno para transformarse en óxido férrico. Como se conoce la concentracion del licor de prueba, se deduce fácilmente la cantidad que de permanganato se descampuso, y por lo tanto la cantidad que de hierro existia en forma de óxido ferroso. Restando

esta cantidad, de la total de hierro encontrada en la primera operacion, se deduce por diferencia cuanto hierro existia en forma de óxido férrico, y se tienen todos los datos necesarios.

Dedúcese la cantidad de *alúmina*, aprovechando el líquido que en la operacion anterior se obtiene al lavar con potasa el precipitado de óxido férrico, cuyo líquido tiene disuelto al óxido aluminico que puede existir en el agua. Por la accion del cloruro amónico se precipita dicha alumina, que se recoge sobre un filtro, se lava, seca y pesa.

Los *álcalis* se estudian en forma de sulfato. A este fin se toman unos litros de agua, y se evaporan hasta la cuarta parte de su volumen ó algo más. Se trata el líquido con carbonato de amoníaco en esceso á fin de precipitar del modo mas completo posible las tierras y demás bases no alcalinas del agua, ayudando la accion por medio del calor y filtrando despues el líquido. Conviértense luego en sulfato los álcalis que en este se hallan reunidos, á cuyo fin se debe tratar con ácido sulfúrico en esceso para desalojar el nítrico, clorhidrico, etc., que pudiera existir, y la masa calcinada fuertemente, representará el peso de los álcalis sulfatados. Si disueltos en agua, no dán precipitado por clouro platinico, no habia mas que sulfato sódico; en caso contrario, es preciso recoger el cloroplatinato potásico, calcular cuanto sulfato potásico representa, y restar el peso de este del de los dos sulfatos antes reunidos, la diferencia será el peso del sulfato sódico.

Para la determinacion cuantitativa de las demás

substancias de que no nos hemos ocupado en particular, recordaremos solo que el mejor procedimiento se fundará en el uso de aquel de sus reactivos que mas completamente las precipite ó separe, dando compuestos que por su fórmula nos permitan calcular la cantidad de la materia precipitada ó aislada.

MODO DE DEDUCIR LA COMPOSICION DEFINITIVA DE UNA AGUA EN VISTA
DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO.

Indudablemente este es uno de los mas complicados problemas que pueden presentarse al químico-analista, pues se trata de un considerable número de materias, que pueden formar, uniéndose entre sí, compuestos muy diferentes.

Considerada como insuperable esta dificultad por algunos prácticos en épocas más ó ménos remotas, se resignaron á esponer como resultado de sus investigaciones la cantidad de materias halladas en cada una de las operaciones que llevamos descritas trabajo entonces incompleto, toda vez que en ciertos casos, la virtud de las aguas depende, mas que de la cantidad de principios mineralizadores dominantes, de la clase de compuestos que forman, uniéndose con los demás principios del agua; circunstancia muy atendible siempre y muy especialmente en las aguas sulfurosas.

Hoy día no serian admisibles semejantes trabajos, toda vez que los progresos de la ciencia en general y los estudios hechos por los hidrólogos, nos ponen en el caso de resolver de una manera exacta ó por

lo menos bastante satisfactoria el problema que nos ocupa; pues si es verdad que en alguno que otro caso no pasan de conjeturas los principios que establecemos, ya sea por lo raro de las sustancias de que nos ocupamos, ya por lo diminuto de las cantidades en que las mismas se encuentran, no es menos cierto que se apoyan en hechos incontestables de la Química general los relativos á las sustancias dominantes en las aguas, sustancias por las que se deduce la verdadera fisonomía del líquido, y á las que se atribuye con fundamento la generalidad de las virtudes médicas de las aguas minerales.

Conforme llevamos dicho, es distinta en general la naturaleza de los cuerpos hallados por la evaporacion de una agua de los que existian en disolucion toda vez que ciertos gases se desprenden, muchos protóxidos se peroxigenan, y algunos cuerpos reaccionan sobre otros formando combinaciones enteramente nuevas, dando lugar á que semejante residuo de la evaporacion sea tan solo un *esqueleto* del agua analizada, como han dicho oportunamente algunos prácticos.

Para favorecer la resolucion de este problema, se ha aconsejado comparar el grado de antagonismo que existe entre los ácidos y las bases halladas en el agua; otros autores recomendaron la evaporacion lenta é incompleta de la misma, á fin de examinar en la masa cristalizada que generalmente se obtiene, la manera de estar combinados los principios electropositivos y los negativos; otros, en fin, han dado principal importancia á la relacion entre las can-

tidades ponderales de unos y otros, suponiendo que de entre dos ácidos igualmente combinables con una base, debe considerarse combinado realmente aquel cuya cantidad se acomoda mejor á la ley de las proporciones químicas, tal como la admite fundadamente la química general.

Nosotros consideramos útiles todos estos preceptos, pero estamos persuadidos de que ninguno de ellos satisface todas las necesidades del práctico, que en último resultado debe, para esto, utilizar todas las propiedades químicas y aun físicas del agua deducidas del estudio que de la misma ha hecho, no solo en el laboratorio, sino al pié del manantial; siendo imposible que de otro modo se forme una cabal idea de la fisonomía del agua analizada. Por esto decíamos al hablar del estudio cualitativo de las materias fijas de las aguas, que cuando se obtiene por la evaporacion sub-carbonato férrico en un manantial *carbónico-ferruginoso*, no solo debemos deducir que tenia hierro, sino que existia en el agua en forma de sal ferrosa, pues el óxido férrico no se combina ó disuelve en ácido carbónico; y como el carbonato ferroso es igualmente insoluble, añadimos que el agua estaba mineralizada por el *bicarbonato ferroso*, cuya cantidad deducimos por cálculo, con tanta exactitud como se deduce el oxígeno que hay en la atmósfera, ó el hidrógeno que forma parte integrante del agua, siendo de observar que para ello apenas empleamos reactivos. Con igual exactitud fijamos la cantidad de *bicarbonato de cal* por la que de carbonato neutro se produce hirviendo prolonga-

damente el líquido; como distinguimos claramente el *sulfhídrico libre del combinado*, examinando tan solo si guardada el agua sulfurosa al abrigo del aire ennegrece ó no los panes de plata; como en fin nos persuadimos de la ausencia ó presencia de los demás cuerpos que mas llaman nuestra atencion en estos importantes líquidos, segun lo hemos manifestado en las lecciones anteriores, y lo acabaremos de observar en la inmediata, al ocuparnos de las aguas sulfurosas en particular.

LECCION XXII.

Aguas sulfurosas en particular.—Su division.—Caractéres que las distinguen de todas las demás.—Materia orgánica de las mismas.—Sulphidrometría ó sea principales métodos para determinar la cantidad de azufre de las aguas sulfurosas.

Las aguas *sulfurosas*, que quizás se llamarían con mas propiedad *sulfúreas*, son muy interesantes bajo los puntos de vista químico y terapéutico. Las hay termales y frias, y se usan en forma de baño, de chorro, de bebida y aun de polvo.

Nacen estas aguas en terrenos muy distintos. Las unas salen de terrenos primitivos, graníticos ó feldespáticos, y frecuentemente son termales; otras aparecen en terrenos terciarios ó secundarios, calizos ó yesosos, y las mas de las veces son frias.

Segun vimos en la tabla de la pág. 89 , se han dividido por Henry en tres sub-grupos, á saber: *sulphidricas*, *sulphidratado-sódicas*, y *sulphidratado-sulphidricas*. Nosotros las detallamos mas, á fin de que se comprendan todas las especies hoy conocidas, y formamos con ellas cinco grupos, á saber:

- 1.º Aguas sulphidricadas.
- 2.º — sulfuradas.
- 3.º — sulphidratadas.
- 4.º — degeneradas.
- 5.º — complexas.

Distínguense las *aguas sulfurosas* en general, porque despiden olor de huevos corrompidos , lo mismo si son termales que frias, sobre todo cuando les toca el aire, y además porque dan precipitado negro, ó pardo obscuro, con las disoluciones de plata, y amarillo con el clorhidrado de ácido arsenioso.

Uno de los cuerpos que mas llaman la atencion en estas aguas es la *materia organica*, que bajo el punto de vista químico no tiene gran cosa de notable, por mas que algunos autores la describan, suponiendo, que es muy distinta la que se halla en los diferentes manantiales, habiéndole dado con este motivo nombres muy distintos, segun se desprende de la siguiente tabla:

PRINCIPALES NOMBRES DE LA MATERIA ORGÁNICA DE LAS AGUAS
SULFUROSAS.

- Materia orgánica azoada.
- pseudo-orgánica. (Anglada)
- gleriforme.
- Especie de albumina vegetal. (Faure)
- Materia vegetal-animal.
- Sulfuraria.
- Pireneina. (Filhol)
- Glerina. (Anglada)
- Baregina. (Longchamps)
- Zoogena. (Gimbernath.)

Aunque es muy distinto el aspecto de esta materia á juzgar por la descripción que de la misma hacen los autores, convienen todos en que es una sustancia sulfuro-nitrogenada, de naturaleza albuminoidea y soluble en el agua mineral, de la que se separa por el reposo, sobre todo en contacto del aire, organizándose algunas veces y tomando la forma de masa filamentososa, que se halla en suspensión en el líquido.

En algunos manantiales es abundante, hasta el punto de formar, interpuesta con el azufre, unos depósitos grasientos al tacto, con los que se han confeccionado *coldcreams* ó *unguentos*, para la curación de úlceras de carácter herpético.

Háse discutido sobre si eran animales ó vegetales los seres orgánicos que en forma de filamentos

aparecen en los depósitos de aguas sulfurosas, pero últimamente se admiten diferentes géneros de vegetales microscópicos *sulfuraria*, *oscillaria*, etc., de cada uno de los cuales se describen varias especies, habiéndose publicado trabajos especiales acerca los seres orgánicos que viven en las aguas.

Las aguas sulfurosas se hallan mineralizadas de muy diverso modo, pues segun llevamos dicho, son salinas como la generalidad de las aguas minerales, no difiriendo mas que en la presencia de los compuestos de azufre.

Sulphidrometria : así se llama aquella parte del análisis químico que tiene por objeto determinar la cantidad de azufre que contiene una agua sulfurosa.

No se crea que los procedimientos sulphidrométricos den cuenta del azufre que en las aguas se halla en forma de sulfato ó sulfito, pues solo descubren el del sulphídrico, sulfuros y sulphídratos. Hay no obstante algun método moderno por el que se descubre el azufre que se halla en suspension en las aguas.

De los muchos procedimientos sulphidrométricos, es sin duda uno de los mas ventajosos el de *Dupasquier*, que se funda en la propiedad que tiene el yodo de descomponer el sulphídrico para formar yodhídrico y azufre que se precipita, así como transforma los sulfuros en yoduros y azufre. Es bien sabido que por cada equivalente de yodo que se absorbe por una agua, queda en libertad un equivalente de azufre; y por tanto, conocida la cantidad de yodo que absorbe dicha agua, es fácil calcular la que de azufre contenia el líquido en forma de sulphídrico, sulfuro y sulphídrato.

Los instrumentos que se necesitan para hacer un ensayo sulfhidrométrico son, una pipeta graduada dividida en centímetros cúbicos y décimas, un vaso de porcelana o de cristal opaco, una medida de un cuarto de litro y una varilla ó agitador.

Los reactivos son la fécula en forma de engrudo y el yodo.

Se procede del modo siguiente. Disuélvense dos gramos de yodo puro en un decilitro de alcohol, ó sean 100^{cc}, y se obtienen otros tantos centímetros cúbicos de tintura de yodo de *Dupasquier*. Cada medio centímetro cúbico, que es un grado de la bureta, representará ó mejor contendrá 0'01 gramos de yodo, y por lo tanto cada décima de grado equivaldrá á 0'001 gramo de dicho cuerpo alogeno.

Conocido el número de grados de tintura de yodo que una agua absorbe, es muy fácil calcular por los equivalentes cuanto azufre representa, y aun puede acudirse á las tablas de *Dupasquier*, donde estos cálculos están ya hechos, y donde se halla que un grado del sulfhidrómetro ó sea medio centímetro cúbico de tintura, supone en el agua 0'00127 gramos de azufre ó sean 0'00135 gramos de ácido sulfhídrico.

Para conocer el final de la operacion, se coloca en el vaso de porcelana, donde se practica el ensayo un poco de engrudo de almidon, échase encima la cantidad de agua que se quiere analizar, y en seguida se pone gota á gota el licor sulfhidrométrico ó tintura de yodo. Al principio esta se descolora, porque el yodo entra en combinacion, y la fécula no se afecta; pero desde el momento en que los compuestos

de azufre están descompuestos, el yodo que se añade colorea la fécula, lo cual indica que no hay mas compuestos de azufre. La operacion está terminada, y falta solo hacer el cálculo partiendo de las bases antes indicadas.

Se ha dicho que el método de *Dupasquier* era defectuoso, 1.º Porque no dá cuenta del azufre que á veces tienen en suspension las aguas sulfurosas. 2.º Porque si tienen silicatos alcalinos, absorven yodo que induce á error. 3.º Porque el alcohol es volátil dando lugar á que varíe la concentracion de la tintura despues de algun tiempo de producida.

Fácil es comprender que el azufre que se halla en suspension en las aguas carece de importancia, y que las otras dos objeciones pierden su valor en cuanto pueden evitarse los fenómenos que les sirven de fundamento.

Puede sustituirse el método que acabamos de describir, por el de *Reveil*, que trata el agua sulfurosa con nitrato argéntico amoniacal, que produce sulfuro de plata, por cuyo peso se calcula cuanto azufre tenia el agua en forma de sulfhídrico, de sulfuro, de sulfhidrato y aun en estado de libertad.

Igualmente puede tratarse el agua con *clorhidrado de ácido arsenioso* que forma sulfido-arsenioso amarillo. Recogido este y pesado, se calcula por una simple proporcion la cantidad que de azufre existia en el agua, pues $As S^3 : S^3 ::$ cantidad de precipitado : x.

LECCION XXIII.

Modo de averiguar el estado de combinacion en que se encuentra el azufre en las aguas sulfurosas.

Si en todas las aguas es importante conocer como se hallan combinados los elementos mineralizadores, lo es mas aun en las sulfurosas, pues no cabe duda que hasta un cierto punto sus virtudes dependen mas bien que de la cantidad de azufre, de la manera como se halla combinado. Aunque no sea mas que en compendio, verémos cuales son los mejores caracteres y procedimientos para resolver este importante problema de la química hidrológica.

Aguas sulfhidricadas : así se llaman segun dijimos las que tienen el azufre en forma de ácido sulfhídrico libre. Tienen siempre olor de huevos podridos más ó menos fuerte, y lo pierden al contacto del aire, poniéndose opalinas, pues el oxígeno se combina con el hidrógeno del sulfhídrico, y se precipita el azufre. Tratadas por el hidrolado de ácido arsenioso, dan precipitado amarillo de sulfido arsenioso. En contacto de estas aguas, los panes y monedas de plata se ennegrecen más ó menos intensamente, aunque no intervenga el aire atmosférico.

Probado que una agua tiene estas propiedades,

y habiendo antes determinado cual es la cantidad que contiene de azufre, basta hacer una proporcion para saber cual es la cantidad que de sulfhídrico representa, toda vez que esta es la única forma en que dicho azufre se halla; equivalente del azufre: equivalente del ácido sulfhídrico: : la cantidad de azufre hallado en el agua: x.

Agua sulfuradas: llámanse en algunas obras antiguas, *sulphidratadas*, como consecuencia de la idea que se tuvo de que los llamados hoy *sulfuros* por constar solamente de azufre y un metal, eran formados de sulfido-hídrico y el óxido correspondiente, y por lo tanto se llamaban *sulphidratos de óxido*. Hoy deben llamarse sulfuradas, no conteniendo mas que sulfuros alcalinos ó terreo-alcalinos.

Cuando son perfectamente desprovistas de ácido sulfhídrico, y están al abrigo del aire son inodoras, ó apenas capaces de despedir un ligerísimo olor de huevos podridos, olor que aumenta por el contacto del aire, ó por la addicion de unas gotas de ácido. Recibidas en frascos donde previamente se han puesto panes de plata, y llenados perfectamente aquellos, se observa que este metal no se ennegrece sensiblemente. El hidrolado (disolucion acuosa) de ácido arsenioso no produce en ellas precipitado amarillo de sulfuro, pero en cambio se forma luego de añadido un ácido (1).

(1) El agua de la Puda de Monserrat fué considerada por mucho tiempo y por diferentes quimicos como *sulphidricada*, pero un estu-

Toda agua que tenga estas propiedades decimos que es sulfurada, y desde el momento en que tenemos averiguado el metal que está combinado con el azufre, sabemos cuanto sulfuro tiene por una sencilla proporcion; equivalente del azufre: equivalente del sulfuro: : cantidad de azufre del agua: x.

Aguas sulfhidratadas: fijándose un poco en la verdadera significacion que tiene hoy en química la palabra *sulfhidrato*, es fácil comprender que se llamarán así las aguas que resulten estar mineralizadas parte por *sulfuros* y parte por *sulfhidrico*, de manera que representan mezclas naturales de una agua del grupo primero, con otra del grupo segundo. Adviértase empero que el sulfhídrico no puede existir en contacto de un sulfuro de esta naturaleza sin entrar en perfecta combinacion, formando una verdadera *sulfosal*, un *sulfhidrato de sulfuro*, por lo que deben llamarse *sulfhidratadas* estas aguas, y no sulfuradas y sulfhídricas como se observa en algun autor.

Sus propiedades deben reasumir hasta un cierto punto las de las aguas de los dos grupos precedentes; frecuentemente figura en ellas el ácido carbónico; y en cuanto al radical del sulfuro, unas veces es el cálcio, otras el sódio ó potásio, y alguna que otra vez el magnesio.

dio atento de las propiedades que presenta en contacto de estos reactivos puso en evidencia que es *sulfurada*. Véase nuestro trabajo analítico sobre el agua sulfurosa de la Puda, páginas desde la 26 hasta la 31.

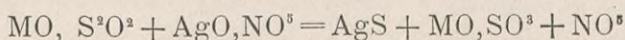
Para poner de manifiesto las dos formas ó estados de combinacion del azufre, se han propuesto diferentes métodos, dos de los cuales nos ocuparán. 1.º Colóquese cierta cantidad de agua en el vacío de la máquina neumática, y cuando el sulfhídrico esté perfectamente expulsado, determínese por los métodos ordinarios, cual es la cantidad de azufre que contiene, que será precisamente el azufre del sulfuro. Restado este de la cantidad de azufre total del agua, se tiene por diferencia la cantidad que existia en forma de sulfhídrico. La esperiencia ha hecho ver por una parte que no siempre es fácil la separacion completa del sulfhídrico de estas sulfosales, á mas de que en algunos casos puede descomponerse parcialmente el sulfuro, y aumentarse aparentemente la cantidad de sulfhídrico. 2.º Aconseja Mr. Nivet, y dá en la práctica buenos resultados, tomar un litro de agua mineral, que se trata con disolucion acuosa de ácido arsenioso, evitando el contacto del aire, y se precipita el azufre del sulfhídrico dejando intacto al sulfuro. Recogido el precipitado arsenical, se calcula por una proporcion la cantidad de azufre que contiene, y esta es la cantidad que existia en forma de sulfhidrico; el resto de azufre hasta completar el total del contenido en el agua, es el que esta contenia en forma de sulfuro.

Aguas degeneradas: distingúense por carecer en general del olor y sabor característico de las aguas sulfurosas ordinarias, pero el conjunto de sus propiedades físicas deja entrever su origen sulfuroso. Tienen en disolucion la materia orgánica

untuosa ó glerosa de que nos ocupamos en la lección anterior, y además hiposúlfitos, polisúlfuros ú otros cuerpos, que proceden de los sulfuros que habían estado en disolución.

Las principales aguas de este grupo son las llamadas *hiposulfitadas* y *polisulfuradas*; esto es mineralizadas por los hiposulfitos las primeras, y por los polisúlfuros las segundas.

Distínguense las *hiposulfitadas* por la propiedad de dar sulfuro de plata cuando se tratan por nitrato de esta base, á tenor de la ecuación siguiente :



Las *polisulfuradas* dejan percibir ligero olor sulfhídrico en contacto del aire, y por los ácidos mientras que dicho olor se aumenta, dan un sensible precipitado de azufre, pues aunque un equivalente de este se desprende en forma de sulfhídrico, el resto queda completamente libre, y siendo insoluble, se precipita. De la relación entre la cantidad de precipitado, y la que de azufre se desprende en forma de sulfhídrico, se deduce el grado de persulfuración del metal que en el agua se hallaba sulfurado.

Aguas complexas: así se han llamado las aguas mineralizadas por compuestos sulfurosos de muy diversa naturaleza. Tienen propiedades algo distintas según la clase de compuestos sulfúreos que tienen en disolución.

Para practicar su análisis, debemos tener presente todo lo que hemos dicho al hablar de las de-

más aguas sulfurosas, pues es posible que en las que nos ocupan, existian la mayor parte de los compuestos de azufre que llevamos mencionados. De donde inmediatamente se deduce, que el análisis de las aguas sulfurosas complexas es uno de los más difíciles problemas que pueden presentarse en química hidrológica.

LECCION XXIV.

Cuidados que exige la conduccion de las aguas y su distribucion en los establecimientos.—Precauciones necesarias para su calefaccion y enfriamiento sin que se descompongan sensiblemente.—Material de que están formadas las bañeras ó pilas.—Salas de inhalacion, y aparatos de pulverizacion de las aguas minerales.

La falta de cuidado en la conduccion de las aguas desde el punto de su nacimiento á aquel en que deben usarse dá algunas veces lugar á que pierdan una parte de sus virtudes. Una de las precauciones mas necesarias es la de procurar que los tubos conductores, cualquiera que sea su diámetro, estén en lo posible ocupados ó llenos de agua, á fin de evitar el contacto del aire que las alteraria. Las aguas sulfurosas apenas dejan residuo si se tiene esta precaucion, mientras que en caso contrario dan lugar á depósitos considerables, en que figura por gran cantidad el azufre.

Por igual razon se aconseja que los depósitos, en que se guardan grandes cantidades de agua mineral de la que se alimentan las bañeras, estén en comunicacion con un gazómetro, en el que existe nítrogeno procedente de la desoxigenacion del aire. Generalmente se obtiene este, colocando en los mismos depósitos, una capa de agua, que á beneficio de sus principios mineralizadores desoxigena el aire, dejando un volúmen considerable de nítrogeno, el cual cuando se llena de agua mineral el depósito, es conducido al gazómetro, y continua despues entrando y saliendo segun vá bajando ó subiendo el nivel mismo. De esta suerte el agua mineral se halla constantemente protegida.

Tambien exige algunos cuidados la calefaccion y enfriamiento de las aguas. Se concibe que mientras algunas poseen temperatura muy superior á la necesaria para que puedan aplicarse en forma de baño, como sucede con las salinas de Caldas de Mombuy, otras exigen que se las caliente más ó ménos, como sucede con la sulfurosa de Bañolas. Una y otra operacion se practica algunas veces faltando á los preceptos de la ciencia, asi es que con frecuencia vemos estos depósitos en que el agua se enfria, enteramente descubiertos, y no es difícil hallar algun establecimiento donde el agua se calienta en calderas de metal comunes, á pesar de contener substancias que pueden atacarlas.

Tres medios se han recomendado para practicar bien esta operacion. 1.º Calentando cierta cantidad de agua comun hasta 100º, y mezclarla en cantidad

conveniente con la mineral. Este medio solo es admisible en algunos establecimientos de aguas sulfurosas muy fuertes ó activas en las que, despues de la addicion del agua comun, queda todavía abundancia del principio ó principios activos. 2.º Calentando á beneficio de una corriente de vapor de agua que circula por un tubo que dá vueltas por la parte interior del depósito, que por otra parte está al abrigo del aire. Este medio se emplea cuando el agua es menos rica, y sobre todo cuando contiene principios volátiles. 3.º Empléase en algunos establecimientos un pequeño serpentín que se introduce en la bañera mientras se va llenando, y que se pone en comunicacion con un tubo que rodea la sala de baños y por el cual circula una corriente de vapor, que tan pronto se dirige á una como á otra de las bañeras. Un termómetro acusa el momento en que el agua tiene la temperatura necesaria, en cuyo caso se cierra la espita que daba entrada al vapor, se levanta el serpentín y puede utilizarse en seguida el baño.

Para facilitar el *enfriamiento de las aguas* escesivamente termales, se ha hecho uso en vez de grandes depósitos, de un gran número de pequeños, de base rectangular y de mucha altura, que están cerrados, articulados unos con otros mediante tubos oportunamente dispuestos, y dejando entre si espacios por donde el aire puede circular. Un sistema de ventilacion bien establecido facilita el enfriamiento tanto mas rápidamente, en cuanto la superficie de los depósitos es mayor, y más activa la circulacion del aire.

El material de que están formadas las bañeras y lo mismo los tubos de distribucion debe tambien ser objeto de estudio. Respecto de las primeras, si bien es verdad que aun las hay de zinc en algun establecimiento del país como del extranjero, es preciso convenir en que empiezan á ser comunes las pilas de mármol, que son las exigidas por el buen gusto y por el aseo que nunca debe desatenderse. Deben proscribirse las de azulejos, por el mal aspecto que presentan, asi como por la dificultad con que se limpian, por más que otra cosa digan á veces los interesados en nuestro país singularmente, donde son todavía frecuentes.

Respecto á las cañerías, conviene que sean en lo posible de porcelana comun, grés ó barro vidriado, aunque su colocacion sea mas trabajosa, admitiendo solamente los de metal en aquellos puntos en que son imposibles los otros, ya que ejercen una accion fuertemente descomponente, sobre todo en las aguas sulfurosas.

Salas de inhalacion: asi se llaman ciertos aposentos que existen en algunas casas de baños sulfurosos donde los enfermos pueden respirar una admósfera artificial, mineralizada con algunos gases ó con el conjunto de los que se desprenden del agua. Dirigense estos á una sala, donde se establece la conveniente renovacion del aire, y los enfermos pasan en ella conversando, leyendo ó distrayéndose de otro cualquier modo, el tiempo que el Médico director les prescribe. Grande es el partido que de los gases contenidos en las aguas minerales se ha sacado en

semejantes salas por algunos facultativos extranjeros. Entre nosotros son poco conocidos, pues si bien en la Puda de Monserrat y en algun otro punto se han establecido, ni reunen las condiciones apetecibles, ni se les ha dado por los respectivos Médicos directores la importancia que en realidad merecen.

A parte de la accion del ácido sulfhídrico y del carbónico, experimenta el pulmon de los enfermos la del nitrógeno, que si no tiene las ponderadas virtudes que le asignaba Gimbernat, quien lo dió á conocer con el nombre de *zoogeno ó gas animal*, es indudable que desempeña un papel importante, en cuanto atenua ó mitiga la accion que en el aparato respiratorio ejercen el sulfhídrico y el oxígeno; por manera que de su simple mezcla con el aire atmosférico común, pueden resultar modificaciones favorables en las funciones del organismo.

Aparatos de pulverizacion de las aguas: cóncense con este nombre unos aparatos en que por mecanismos muy sencillos se divide el agua hasta el punto de reducirla á pequeñísimas vegiguillas, que afectan la forma de polvo impalpable. Por este medio se ha logrado introducir á los bronquios no solo el conjunto de los gases de una agua, sino el agua misma con todas las sustancias que la mineralizan, obteniéndose efectos sorprendentes en la curacion de ciertas enfermedades del aparato respiratorio.

En general se reducen á unas bombas ó aparatos de compresion, á beneficio de las cuales el agua sale de un depósito oportuno formando pequeños chor-

ros, que al dar contra una superficie convexa, se esparraman, dividiéndose hasta el punto de adquirir la forma ó aspecto de polvo.

Constrúyense en muy diversa escala, y mientras que la generalidad de los prácticos ponderan sus buenos resultados, algunos se esfuerzan en rebajar la importancia que su invencion ha dado á Mr. Sallés-Girons. Hace pocos años publicó Mr. Durand Fardel un trabajo encaminado á probar que las aguas sulfurosas perdian sus virtudes en el acto de la pulverizacion, pero una série de esperimentos hechos al intento, nos pusieron de manifesto la inexactitud de semejante aserto, y nos previnieron en favor del mencionado aparato, hasta el punto de creer que no está muy lejano el día en que se utilice este mecanismo para introducir en las vías respiratorias toda clase de medicamentos líquidos y aun sólidos, en estado perfecto de division.

LECCION XXV.

Argumentos en virtud de los cuales el aire atmosférico es considerado como alimento.—Composicion del aire, y papel que desempeña cada uno de sus componentes en las funciones del organismo.—Cuerpos accidentales pero no estraños en la atmósfera.—Humedad.—Acido carbónico y amoniaco.—Procedimientos para ponerlos de manifesto así como para fijar su cantidad.

AIRE ATMOSFÉRICO.

Parece á primera vista injustificable la colocacion del aire atmosférico entre los alimentos; sin embargo al considerar que sin su influencia no podría sostenerse la vida de los animales, venimos en conocimiento de que sus elementos son indispensables en la economía, y alguno de ellos quizás viene á formar parte de los principios que se asimilan. Efectivamente, en el acto de la respiracion y en menor escala durante la circulacion misma, la sangre va absorbiendo oxígeno del aire y por su accion química algunos de los principios inmediatos de aquel importante líquido se transforman en materias varias, que al fin son asimiladas, pudiendo en consecuencia asegurarse, que si no viene á formar parte del organismo animal el aire atmosférico en subs-

tancia, entra en su constitucion una parte del oxígeno que en forma de aire entra á los pulmones.

De aquí resulta, que el aire atmosférico debe necesariamente introducirse en la economía, y como quiera que desempeña un papel importante en la nutricion de los animales, debe realmente considerarse como un verdadero *alimento*.

No cabe duda que de los dos cuerpos que constituyen el aire, es el oxígeno el verdadero vivificante ó regenerador de la sangre, y bajo este punto de vista el único elemento que puede considerarse como alimenticio; pero no por esto es menos importante el papel que desempeña el nitrógeno en la respiracion, toda vez que atenúa, templá por decirlo así, la accion del oxígeno, comburente enérgico que destruiria los principios constitutivos de la sangre, si sobre esta obrara en estado de pureza. Imposible parece á primera vista que sea capaz de producir la muerte de los animales cuando puro, un gas que diluido ó interpuesto con el nitrógeno, es el verdadero sosten de su existencia.

No es este el único caso en que el nitrógeno se ofrece á nuestra contemplacion, admirándonos el gran papel que en las funciones del organismo desempeña por su neutralidad, indiferencia ó inercia, en virtud de la cual interpuesto con ciertos cuerpos, peligrosos de puro activos, mitiga su accion hasta el punto de constituir un verdadero intermedio ó escipiente. Dígalo sino el benéfico influjo que ejerce en la admósfera de las sales de inhalacion, que en diferentes establecimientos de aguas minerales se

construyen, segun dijimos en la leccion anterior, y en los que á voluntad de los facultativos, se acumulan cantidades de sulfhídrico, de aire admosférico más ó ménos desoxigenado, y aun de nitrógeno casi puro, á fin de procurar á los enfermos un aire que pudiéramos llamar *medicinal*, diversamente cargado de aquel gas deletereo, y acomodado á la índole de la enfermedad que á cada uno de dichos enfermos aqueja.

Dejando aparte estas consideraciones, y otras que vendrian á confirmar nuestro aserto, fijémonos en la verdadera constitucion del aire admosférico.

Considerado como elemento por los filósofos griegos que admitian ser el aire el principio de todas las cosas, consideracion que sostuvieron muchas escuelas posteriores, se ha probado en estos últimos tiempos estar constituido por el *oxígeno* y el *nitrógeno* principalmente, conteniendo pequeñas cantidades de otros cuerpos menos importantes, algunos de los cuales pueden ser considerados como accidentales. Cuéntanse entre estos *el ácido carbónico*, *amoníaco*, tal vez *carburos de hidrógeno*, *agua*, y algunos otros menos frecuentes.

Parece indudable que Juan Rey habia puesto en evidencia mucho antes de Lavoisier, que ciertos metales calentados en contacto del aire aumentaban de peso; pero no es menos cierto que este fué el primero en probar que el aire constaba de dos gases diferentes, separándolos mediante el mercurio, y aislando el oxígeno por la calefaccion del óxido mercúrico que habia obtenido.

Hoy dia son muchos los métodos de que disponemos para analizar el aire, de los cuales nos ocupamos ya lo bastante al hablar del análisis de los gases no absorbibles por la potasa, que existen en las aguas minerales, donde hicimos prácticamente la determinacion cuantitativa del oxígeno y del nitrógeno disueltos en las mismas. Entonces pudimos al mismo tiempo convencernos de que el oxígeno se disuelve en el agua en mayor cantidad que el nitrógeno, por lo que se dice con razon, que el aire disuelto en el agua es mas oxigenado que el de la admósfera, siendo esta una de las varias razones con que se prueba que el aire admosférico no es una combinacion, sino una simple mezcla de dichos gases.

Mas bien debemos ocuparnos ahora, de los medios por los cuales se pone de manifiesto la presencia en la admósfera de la *humedad*, del *ácido carbónico*, del *amoniaco*, de *ciertas partículas orgánicas* que han llamado la atencion de los químicos y fisiólogos, y aun del *ozono* al que tanta importancia se ha dado en estos últimos tiempos.

Para probar la existencia de la *humedad* en la admósfera, basta poner en contacto del aire un vaso cualquiera con una mezcla frigorífica. El agua no tarda á cubrir la superficie del vaso, formando una especie de rocío, que llega á solidificarse, si dicha mezcla es muy potente. Prueba tambien la presencia del vapor acuoso en la admósfera, el fenómeno de la delicuescencia, tan notable en el cloruro de calcio y otros cuerpos.

Determinase la cantidad de dicha agua, haciendo

pasar un volúmen conocido de aire por un sistema de tubos en forma de U cargados con cloruro cálcico ó con amianto empapado de ácido sulfúrico, y puestos en comunicacion con un vaso aspirador. El volúmen de este nos dá idea del volúmen de aire que durante la operacion atravesó el aparato desecador, cuyo aumento de peso nos acusa la cantidad de agua que existia en el volúmen de aire sobre que hemos operado. Fácil es entonces calcular el peso del vapor acuoso que hay por ejemplo en un litro de aire.

Puede ponerse de manifiesto la presencia del *ácido carbónico* en la admósfera, dejando por algun tiempo en vasija abierta una cantidad de agua de cal, en cuyo caso dicho gas se fija, el agua se enturbia, y el precipitado que al fin se encuentra contiene ácido carbónico desalojable por los ácidos, y cuya cantidad no es difícil de averiguar. (1)

Determinase la cantidad de dicho gas de la admósfera. empleando el mismo aparato que hemos recomendado para el estudio cuantitativo del agua, solo que el tubo ó tubos en U se cargan con un cuerpo ávido del gas que nos ocupa, y que generalmente es la potasa. Se procede del mismo modo, y el aumento de peso de los tubos que contienen la potasa representa la cantidad de ácido carbónico existente en el volúmen de aire sobre que hemos trabajado.

(1) Segun las observaciones de Thenard el aire contiene $\frac{1}{4000}$ de ácido carbónico.

Es escusado advertir que el aire antes de pasar por los tubos absorbentes del ácido carbónico, se hace atravesar por un aparato desecador, á fin de evitar el influjo de la humedad.

Pruébese que existe *amoniaco* porque dejando al aire una disolucion de sulfato de alúmina se convierte, segun ya lo manifestó Teodoro de Saussure en alumbre amoniacal.

Como es muy pequeña la cantidad en que se encuentra dicho cuerpo en la admósfera, es preciso trabajar sobre grandes cantidades de aire para determinar su cantidad, á cuyo fin Mr. Gröger lo hace pasar al través de un aparato que contiene ácido clorhídrico débil, en cuyo caso se forma cloruro amónico. Terminada la operacion se trata este compuesto por cloruro de platino, que forma precipitado de cloroplatinato amónico, segun lo vimos prácticamente al ocuparnos de las sales de amoníaco, y por el cantidad de precipitado producido, se calcula la de amoníaco existente en el volúmen de aire empleado en el análisis. No están conformes los autores acerca la cantidad que de este cuerpo existe en el aire, quizás por ser de diferente origen el que tomaron para sus respectivos trabajos, pero segun Kemp, que es el que ha hallado mayor cantidad, contiene solo un 0'00000388 de su peso.

LECCION XXVI.

Substancias orgánicas de la atmósfera, modo de descubrirlas, y efectos que pueden producir sobre el organismo vivo.—Ozono, su verdadera naturaleza y papel que desempeña en sentir de algunos fisiólogos.—Importancia del estudio analítico del aire atmosférico.—Medios para determinar la composición del aire contenido en espacios limitados.

Respecto á las *substancias de naturaleza orgánica* que existen en la atmósfera, se han emitido opiniones diferentes por los distintos autores, algunos de los cuales no solo han consignado la presencia en el aire de dichas materias, sino que discutiendo acerca de su origen, de su naturaleza, así como de la acción que pueden ejercer sobre la economía, han tratado de establecer la teoría de los *miasmas*, con que hoy se pretende explicar el origen, la causa determinante del sinnúmero de enfermedades epidémicas que azotan á la especie humana.

No es nuestro ánimo hacer la crítica de los diferentes trabajos que sobre el particular han visto la luz pública, pues la índole de nuestra asignatura nos releva de semejante cometido, sin embargo haremos notar, que cuanto se ha dicho acerca la verdadera constitución de los *miasmas*, al modo como

introducidos en la economía, transmiten á la materia viva el gérmen de su descomposicion, produciendo los gravísimos trastornos que cada día presenciarnos desgraciadamente, no pasan de simples ensayos, de laudables esfuerzos practicados por sus respectivos autores, que impulsados por su buen deseo y aprovechándose de los medios de observacion que han ido proporcionando la física y la química en estos últimos años, han llegado á entrever la posibilidad de que dichos *miasmas* sean conjuntos de animales microscópicos, ó de gérmenes de los mismos, que introducidos en el organismo, hallan vasto campo para desarrollarse, y modificando al principio las funciones animales, acaban por hacerlas imposibles á pesar de los esfuerzos de la ciencia médica.

Mientras no sean perfectamente conocidas las leyes y aun las causas de esas reacciones químicas, que ora con el nombre de putrefacciones, ora con el de fermentaciones, estudia la Química orgánica, y sobre las cuales tanta luz debe aun derramarse, á pesar de los progresos alcanzados en estos últimos años, tenemos por prematuro y aun temerario el empeño en explicar ciertas alteraciones del organismo vivo, tan íntimamente enlazadas, aunque no dependientes, de las leyes que presiden aquellas reacciones.

Nuestro objeto se limita pues al conocimiento de los medios por los cuales la ciencia pone de manifiesto en el aire atmosférico ciertos cuerpos, ya gaseosos, ya sólidos, que procedentes de la descom-

posicion experimentada en la superficie del globo por las sustancias orgánicas, le comunican propiedades delétereas.

Hace algunos años que Th. de Saussure demostró que en el aire existia una substancia carbonosa, distinta del ácido carbónico.

Boussingault probó que existia además algun compuesto hidrogenado, distinto del agua, por cuanto haciendo pasar por óxido de cobre calentado al rojo, aire atmosférico completamente desprovisto de agua y de ácido carbónico, se obtiene cierta cantidad de cada uno de estos cuerpos en recipientes oportunos.

Creyóse al principio que podia proceder esto del hidrógeno carbonado ó gas de los pantanos que en cantidad no insignificante se produce en los depósitos de sustancias vegetales en descomposicion, pero luego se ha puesto en evidencia que existen en el aire en cantidad variable segun las circunstancias partículas orgánicas de naturaleza poco conocida, que le comunican olor algunas veces apreciable, y que ocasionan las calenturas y las enfermedades epidémicas.

Estas particulas que han recibido el nombre de *miasmas*, se desarrollan indudablemente por la putrefaccion de las materias orgánicas, y las estudiamos con facilidad, ora colocando en la admósfera libre ó limitada en que se encuentran, un vaso que contenga una mezcla frigorífica, en lo exterior de cuyas paredes se condensan abundantemente, ora haciendo pasar al través del agua pura un volúmen

algo considerable del aire de una sala de diseccion, ó de un aposento poco ventilado, donde se hallan acumulados cierto número de animales, ya sanos, ya enfermos. En estos casos, vemos el agua enturbiarse sensiblemente, adquirir un olor particular que recuerda el de las sustancias animales en descomposicion, y los reactivos nos ponen de manifiesto la presencia de un cuerpo de naturaleza albuminoidea.

Creemos con Pelouze y Fremy que á esto se reducen los conocimientos que sobre la verdadera naturaleza química de los *miasmas* poseen los autores que más se han distinguido en el estudio de este importante ramo de la química fisiológica, conocimientos que sin embargo han bastado para idear métodos seguros de desinfeccion, fundados en la accion descomponente que sobre dichos cuerpos deletéreos ejercen ciertos agentes químicos que la ciencia y la esperiencia hacen recomendables.

Otro de los cuerpos que de algunos años á esta parte llaman la atencion en la admósfera es el *ozono*, cuyas principales propiedades fueron ya conocidas hace mas de 80 años, pero no se las habia dado grande importancia hasta que Mr. Schænbein las estudió y amplió considerablemente. Presumióse en un principio que no era un cuerpo simple, sino un compuesto de hidrógeno y un radical particular; otros le consideraron como un compuesto nitroso; y al fin los trabajos de un gran número de físicos y químicos probaron de una manera irrecusable que era el oxígeno puro en un estado particular ó alotro-

pico, al que podía pasar el oxígeno comun siempre que se le sujetaba á la accion del fluido eléctrico.

Entre las propiedades esenciales del *ozono*, descuella la de ser capaz de atacar ó descomponer muchos cuerpos que resisten la accion del oxígeno ordinario, y de esta propiedad se ha sacado partido para la obtencion de reactivos capaces de descubrir este cuerpo en la atmósfera.

A parte del papel empapado en una disolucion de cloruro manganoso, que descubre el *ozono* por tomar en su contacto un color pardo, que acredita su transformacion en compuesto mangánico, se emplea como papel ozonométrico el preparado segun la fórmula de Schænbein, que es como sigue:

Agua destilada.	100 gramos.
Almidon.	10 »
Yoduro potásico.	1 »

Disuelto el yoduro en el agua, se le añade la fécula en polvo, y se calienta hasta formar un engrudo homogéneo, con el que se enbadurna los pliegos del papel sin cola, que se ponen á secar, y se cortan en pequeñas tiras.

Basta colocar á la accion del *ozono* una cinta de éste papel, para que tome color azul característico del yoduro de almidon, y este mismo color con grados de intensidad diferente, toma en contacto del aire, segun exista mayor ó menor cantidad de oxígeno alotrópico. Si se toma una tira de papel comun, otra de papel ozonométrico que estuvo en

contacto del *ozono puro*, el cual por consiguiente tiene color azul subido, y ocho tiras más con coloraciones intermedias y gradualmente menores, obtendremos una escala, cuyo cero corresponderá al papel ordinario, el número diez á la tira de papel más azul, y los grados intermedios corresponderán á los papeles gradualmente menos colorados, con lo que habremos construido el *ozonometro* de Schænbein, con cuyos grados podremos comparar las impresiones que sobre el papel produzca el aire atmosférico en los diversos estudios que nos propongamos hacer, deduciendo en cada caso la cantidad de *ozono* que en la atmósfera existe.

Hace algunos años que por resultado de estudios ozonométricos, se vino á sentar el principio de que la atmósfera en tiempos normales tenia constantemente *ozono*, habiéndose igualmente observado que dicha materia faltaba ó era muy insignificante desde el momento en que se desenvolvía alguna enfermedad epidémica. Explicábanse estos fenómenos suponiendo que el *ozono* descomponía rápidamente las partículas orgánicas que pululan por la atmósfera, combinándose con su hidrógeno y carbono; pero desde el momento en que aquellas aumentaban mucho, no podían ser descompuestas completamente, y resultaba entonces un aire desprovisto de *ozono*, y una superabundancia de materias orgánicas ó miasmas deletéreos, que ejercían su acción perniciosa sobre la economía.

De aquí nació la idea de que era un signo precursor de la aparición de alguna enfermedad epidé-

mica, la disminucion ó la completa falta de *ozono* en la atmósfera, así como se daba como una señal positiva de su decrecimiento la aparicion de dicho oxígeno alotrópico, segun lo ponía de manifiesto el papel de Schænbein.

La experiencia ha hecho ver que no eran tan exactos como se habia creido estos principios, y empezó á perder su importancia la teoría del *ozono* para explicar la causa de las referidas enfermedades, así como para producir su desarrollo y conocer su progresiva marcha. En estos últimos años se ha venido en conocimiento de que no era solo por la presencia del *ozono* que podía el papel ozonométrico tomar el color azulado en contacto del aire, sino que podía hacerlo por el ácido nítrico, el hiponítrico, y otros cuerpos que existen algunas veces en la atmósfera, y desde entonces han sido mirados sino con desconfianza por lo menos con alguna reserva los trabajos ozonométricos, así como las consecuencias que de los mismos se habian deducido, no faltando algunos químicos que han llevado las cosas hasta el punto de negar rotundamente la exactitud de los principios en que se fundó Schænbein para la construccion de su ozonómetro. De todo lo cual se deduce, que sin desdeñarnos de estudiar este curioso estado del oxígeno atmosférico, hemos de ser muy cautos para no dejarnos llevar de una alucinacion en el estudio de las importantes cuestiones que con la teoría del *ozono* tienen relacion.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO ANALÍTICO DEL AIRE ATMOSFÉRICO.

Basta discurrir un momento sobre el papel que desempeña el aire atmosférico en la combustion, así como en la respiracion de los seres orgánicos, para comprender la imposibilidad de formarnos una cabal idea de dichos fenómenos y funciones sin el conocimiento previo de la composicion del aire.

¿Qué es la combustion? ¿Qué cambios imprime á la admósfera la respiracion de los animales y vegetales?

Prescindiendo de las combinaciones rápidas que tienen lugar cuando ciertos metales se ponen en contacto del cloro, que llegan á ponerse luminosos, decimos generalmente que *combustion* es la combinacion rápida de un cuerpo combustible ó de sus elementos con el oxígeno admosférico. El nitrógeno en ningun caso sufre alteracion. Como los productos que se forman son improprios para la combustion, resulta la necesidad de renovar el aire para que dicho fenómeno continúe, de donde se deduce la conveniencia de la acumulacion de aire, ó sea la necesidad del tirage en todos los aparatos de combustion ó calefaccion; lámparas, hornillos, etc., etc.

La combustion de un cuerpo inflamado, no persiste sino cuando el calor que se desarrolla en la combustion de una parte de sus moléculas, es bastante para llevar á sus vecinas á la temperatura necesaria para inflamarse á su vez, y ¡de ahí el que una ascua se apague al contacto del aire, si se coloca sobre

una plancha de metal que le roba el calor, y que el hierro hecho ascua puede arder en contacto del oxígeno puro, y no en contacto del aire, cuyo azóe le rebaja la temperatura lo bastante para que se apague.

La *respiracion animal* no es mas que un fenómeno de combustion, pero la temperatura que se desenvuelve es siempre menor, como es menos rápida é intensa la fijacion del oxígeno, razon por la que se considera como una combustion lenta.

Lo mismo la respiracion animal que la combustion vician el aire admosférico, pero se ha observado que la combustion sobre todo del carbon y de la madera, le comunica propiedades mas deletéreas, no porque sea mayor la cantidad que de ácido carbónico en ella se produce, sino que con frecuencia se forma óxido de carbono que segun ha probado Mr. Leblanc es terminantemente deletéreo.

Basta para comprender la influencia de la respiracion en la composicion del aire admosférico recordar que el aire que sale de nuestros pulmones contiene 4 por $\frac{1}{100}$ de ácido carbónico segun ha probado Dumas, y que un hombre medianamente robusto arroja á la admósfera bajo la forma de gas, diez gramos de carbono por hora. De donde se deduce la necesidad de la ventilacion en los aposentos donde se hallan reunidas muchas personas, así como se explica la menor pureza del aire en las grandes poblaciones, y sobre todo en los teatros y demás puntos donde se acumula en tan grande escala dicho gás deletéreo, disminuyendo proporcionalmente la cantidad de oxígeno.

Imposible parece á primera vista que estos focos de produccion de ácido carbónico no influyan ostensiblemente en la composicion del aire atmosférico, el cual no presenta variaciones sensibles como no se estudie en aposentos ó espacios limitados; pero hay que considerar de una parte que la agitacion continua de la admósfera no permite la permanencia de los gases carbonosos en los puntos de produccion, y por otra que la respiracion de los vegetales es un manantial inagotable de oxígeno, como quiera que dichos seres absorven continuamente el ácido carbónico del aire para fijar el carbono que necesitan, y soltar gran cantidad de aquel gas de que no tienen necesidad, compensando de esta suerte el consumo que de dicho comburente hacen los animales, y produciendo este admirable equilibrio ó invariabilidad de la admósfera que tanto nos sorprende.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA COMPOSICION QUÍMICA DEL
AIRE CONTENIDO EN LOS ESPACIOS LIMITADOS.

Con frecuencia interesa conocer que cuerpos extraños figuran en el aire contenido en un aposento, ya para apreciar el influjo que puede tener en el organismo de las personas que en él viven, ya para examinar las condiciones de ventilación de un establecimiento público ó particular, ya para venir en conocimiento de las virtudes que podrá tener el aire de las salas de inhalacion de los establecimientos de aguas sulfurosas que cada día tienen mas importan-

cia, ó con otro objeto cualquiera. En este caso, procede determinar por una parte, la relacion en que se hallan el oxígeno y nitrógeno por los medios que ya conocemos, y además fijar la cantidad de agua, de ácido carbónico y de sulfhídrico, de los cuales dependen en la mayoría de casos las propiedades del aire analizado.

Respecto el agua y ácido carbónico, ya hemos dicho que haciendo pasar mediante vasos aspiradores cierto volúmen de aire por aparatos absorbentes de aquellos cuerpos, se venia en conocimiento de la cantidad de cada uno de ellos, por el aumento de peso que experimentasen los respectivos aparatos. En los casos en que uno presume que en el aire hay ácido sulfhídrico, debe además practicarse otra operacion, que consiste en hacer pasar el aire en cantidad determinada al través de unos frasquitos ó tubos encorvados en U, en los que se pone nitrato de plata algo ácido, que forma sulfuro argéntico; y por su peso se calcula cuanto ácido sulfhídrico existe en cada unidad de volúmen de aquel aire.

Si tratamos del aire de un teatro, podrá convenirnos solo el análisis del de la parte superior ó inferior, y no hay mas medio que subirse al punto conveniente con un frasco lleno de agua, que se vacía á fin de que entre el aire en su interior. Tambien puede hacerse montando un aparato como el descrito en el párrafo que antecede, que se carga con los oportunos cuerpos absorbentes, procurando que la tubulura del frasco porque termina dicho aparato, esté en comunicacion con un tubo de goma elás-

tica, cuyo pico se coloca á la altura oportuna para que penetre en su interior el aire de la region del teatro que tratamos de estudiar.

Cuando tenemos que buscar la composicion media del aire de un aposento, es preciso montar el aparato en otro cuarto inmediato, y hacer de manera que el tubo de goma elástica absorva un número igual de litros de aire de la parte superior media é inferior del aposento, pues acostumbra ser diferente la composicion en cada una de ellas. A este fin se procura que un tercio del volúmen de aire que pasa por el aparato lo verifique estando el pico del tubo de goma elástica levantado hasta muy cerca del techo del aposento, otro tercio estando dicho pico á la mitad de su altura, y el resto estando casi en contacto del suelo.

LECCION XXVII.

Harina de trigo en general, su composicion y diferencias que puede presentar.—Influjo de estas diferencias en sus propiedades nutritivas.—Alteraciones que pueden sufrir espontáneamente las harinas.

HARINA DE TRIGO.

Se llama *harina* el producto de la pulverizacion ó molienda del trigo, y consecuente tamisacion. Como se conocen innumerables variedades de este fruto, que difieren mucho por sus propiedades, lo mismo que por su naturaleza, resulta tambien variable la composicion de las harinas; por lo que siendo muy fácil averiguar si estas son pobres ó ricas en tal ó cual principio, es muy difícil en algunos casos persuadirse, de sí en realidad han sido ó nó objeto de fraude.

La tamisacion tiene por objeto separar los desechos que formaban el tegumento del trigo; y aunque hay generalmente mucho esmero en dicha separacion, cuando se trata de la fabricacion de harinas blancas reputadas como de superior calidad, no siempre con bastante fundamento, preciso es convenir en que el llamado *salvado* tiene propiedades nutritivas,

ya que por el análisis se vé que contiene 21 por $\%$ de fécula, mas de 2 por $\%$ de materias grasas, y de 8 á 10 por $\%$ de materias azoadas, por lo que constituye un buen alimento para las caballerías y otros animales, así como está reconocido que posee ciertas propiedades terapéuticas.

Son muy distintas las propiedades nutritivas de las harinas, segun la proporcion en que respectivamente se encuentra el gluten y la fécula, dejando á parte aún las sales minerales. En efecto, mientras algunas variedades comerciales de trigo dan una harina que contiene para 10 por 0/0 de gluten seco, 71 por 0/0 de fécula, constan otras, como las de trigo llamado duro de Odessa, muy usado en España desde que tienen entrada libre los trigos extrangeros, por 14 por 0/0 de gluten seco, 56 por 0/0 solamente de fécula. De donde resulta, que preferibles los primeros en la industria, tratándose de la extraccion del almidon, serán menos á propósito que los segundos para la confeccion del pan, si nos fijamos en que este es mas nutritivo, en cuanto contiene mayor cantidad de gluten, cuyo principio, segun dijimos en una de las lecciones anteriores, constituye el elemento plástico ó azoado de nuestro primer alimento.

Por esta razon indicámos, en una de las lecciones anteriores, que no siempre el pan llamado superior, el pan de lujo, el pan de que se alimenta la clase acomodada es mejor que el que usan las clases medias y aún pobres, pues desprovisto casi completamente el primero de salvado, y abundando la fécula en la harina con que se elaboró, es en realidad

mas blanco, pero tiene en menor escala las propiedades nutritivas que sobresalen con frecuencia en el llamado pan de segunda clase, y aun en el de tercera, sino ha sido objeto de falsificacion.

De tal manera son importantes los principios que acabamos de establecer, que algunos autores se han esforzado en demostrar la conveniencia de que solo las harinas que tuviesen cierta cantidad de gluten debian permitirse en la elaboracion del pan, pudiéndose destinar las demás á otras aplicaciones industriales y económicas.

Nosotros consideramos inadmisibile este principio, pues nos pondria en el caso de proscribir en algunas comarcas para la elaboracion del pan el uso del trigo que cosechan, perjudicando de esta suerte la agricultura é introduciendo perturbaciones inútiles. Por otra parte la elaboracion de nuestro primer alimento no supone el empleo de una sola clase de trigo, sino la mezcla en proporciones convenientes de los mencionados polvos ó frutos, á fin de obtener conjuntos que satisfagan todas las necesidades del mercado.

Los trigos de Cataluña en general son glutinosos, y por lo tanto menos abundantes en fécula que los de otras provincias. Por esta razon en Barcelona se hace un gran consumo de trigo feculento de otras provincias como del llamado *candeal* que procede de diferentes comarcas de Castilla, y actualmente de diferentes puntos de Europa, sin los cuales seria imposible elaborar algunas de las clases de pan que se llaman de 1.^a clase.

Si discurrimos un poco acerca lo que sucede en la industria de los semoleros, nos persuadiremos aun mas de la conveniencia de esa ámplia libertad en la eleccion de los trigos y harinas para la confeccion del pan y demás pastas alimenticias. Es bien conocida esa multitud de pastas para sopa formadas las unas de harina amilácea ó feculenta las mas de harina fuertemente glutinosa, y alguna de gluten casi químicamente puro, constituyendo esas llamadas *sémolas* que con nombres diferentes circulan por el comercio, y son uno de los alimentos preferidos en ciertas convalecencias. ¿Será posible poner trabas, establecer límites á esas industrias que utilizan tan variados elementos, sin perjudicar la buena cualidad de los productos elaborados? Creemos que no.

Sucede con las harinas en todos los paises del mundo lo que con los vinos y licores, los aceites y toda clase de combustibles. Ninguna de estas materias, á no ser que haya sido desnaturalizada espontáneamente ó por la mano del hombre, debe ser retirada de la pública circulacion ya sea de primera, de segunda ó de tercera calidad, pues solo así encuentran todas las clases sociales los medios de satisfacer sus necesidades. Prohibir la fabricacion y circulacion de una harina, por el solo hecho de que es escasa ó sobradamente feculenta, seria tan ridículo como proscribir la circulacion y uso de los vinos que son puros, pero no muy alcohólicos, de los aceites que no son de primera calidad, ó de las turbas y demás combustibles de escaso poder calorífi-

co, que inútiles para muchas industrias, son sin embargo apreciables en determinados casos.

Lo que las leyes deben prohibir, lo que las autoridades deben castigar severamente, es el uso de todos estos artículos cuando descompuestos ó falsificados, en cuyo caso no merecen ya ni el nombre que los distinguia antes, sobre todo si de la alteracion ó falsificacion resultan verdaderos perjuicios para la salud pública, para los cuales siempre nos han parecido insuficientes los castigos pecuniarios que se asignan en nuestras ordenanzas municipales.

Limitándonos por hoy á las harinas, objeto de esta leccion hemos de convenir en que en tiempos normales son muy raras las falsificaciones de que son objeto en nuestro país, y estamos en el caso de asegurar, que aun en el extranjero, los fraudes mas ó ménos punibles de que nos hablan los autores, han sido cometidos en épocas tan extraordinarias, como raras, en que el gran precio de las mismas ha escitado la codicia de los hombres de mala fé, y han tenido principalmente lugar en variedades de este artículo destinadas al consumo de poblaciones generalmente distantes del pueblo de su elaboracion.

Esta circunstancia nos pone de manifiesto el peligro que generalmente pasan las naciones, que como la nuestra, en la actualidad, tienen precision de abrir sus puertas al comercio extranjero, pues es mas fácil que lleguen hasta nosotros harinas adulteradas en países más ó ménos lejanos, y la necesidad de aconsejar (si fuéramos consultados como

convendría) la libre entrada de los trigos, pero de ningún modo la de las harinas elaboradas, tanto porque aquellos no pueden ser objeto de falsificaciones tantas veces lamentadas, como porque de esta suerte no se irrogarian los graves perjuicios que experimentan los capitales invertidos en la industria harinera del país.

Por lo que pudiera convenir, nos ocuparemos de las alteraciones así como de los fraudes que mas comunmente se han descubierto en las harinas, exponiendo antes la composicion media del trigo de España.

COMPOSICION CENTESIMAL DEL TRIGO DE ESPAÑA.

Agua..	15'2
Materia grasa.	1'8
Materias azoadas insolubles (gluten).	8'9
— — solubles (albúmina).	1'8
Fécula.	63'3
Dextrina.	7'0
Sales.	1'4
Pérdida.. . . .	0'6
SUMA.	<u>100'0</u>

Alteraciones de las harinas: despues de algun tiempo de fabricada la harina de trigo, experimenta, sobre todo en verano, algunas alteraciones espontáneamente. En efecto, se ha observado que absorve el agua de la admósfera, de modo que repuesta ó

almacenada en parajes húmedos, se calienta, el gluten experimenta un principio de alteracion que puede llegar á ser de verdadera fermentacion putrida, y en este caso la harina se apelmaza ó toma cierta cohesion de que carecia cuando fresca, y adquiere un olor y sabor desagradables, perdiendo gradualmente sus propiedades panificables.

Cuando estos fenómenos se han desenvuelto en muy pequeña escala, no teniendo la harina olor alguno que prevenga en contra, es sin embargo notable la falta de elasticidad en la pasta resultante del amasado, lo cual perjudica mucho las buenas cualidades del pan que con ella se elabora. De ahí el que Mr. Boland recomiende el uso de su *Aleurómetro*, instrumento destinado como su misma etimología indica á ensayar la harina, lo cual prueba que debe conocerse no solo la cantidad, si que tambien la cualidad del gluten que aquella contiene.

Consiste dicho instrumento en un pequeño cilindro de metal dentro el que se calienta ó cuece á 150° temperatura, por espacio de 10 minutos cierta cantidad de gluten fresco extraido de la harina, y por el aumento que experimenta en su volúmen durante la operacion, aumento que se determina por la salida de un vástago graduado que es empujado hacia fuera á medida que el gluten aumenta de volúmen, se forma concepto acerca las propiedades del mismo, pues no hay duda que es mejor una harina para la panificacion, en cuanto se esponja mas, ó que su gluten marca mayor número de grados en el instrumento.

La *extraccion del gluten* para el ensayo aleurométrico, se hace por el método ordinario empleado aun en la industria, que consiste en sujetar la harina amasada á la accion de un chorrito de agua que arrastra mecánicamente la fécula, dejando una substancia pegajosa y elástica que es el verdadero gluten.

Por lo demás, esta substancia no es un principio inmediato puro, como se creyó antiguamente, sino que cede al alcohol parte de sus principios, dejando un residuo muy filamentoso, que por su semejanza con la fibrina animal se ha llamado *fibrina vegetal*. Las tinturas alcohólicas reunidas, tratadas por el agua, dan un precipitado albuminoideo que ha recibido el nombre de glutina, de la que el éter separa aun una substancia grasa.

Otro instrumento se ha aconsejado para ensayar las harinas fundado en la propiedad que tiene el ácido acético débil de disolver el gluten, dejando la substancia amilacea, y en la densidad que adquiere el líquido, que es tanto mayor, en cuanto abunda mas dicho gluten en la harina analizada. Tiene este instrumento la forma de un areómetro comun, fué ideado por *Mr. Rovine* y lleva el nombre de *apreciador de las harinas*.

LECCION XXVIII.

Principales falsificaciones que se han cometido en las harinas y modo de ponerlas de manifiesto.—Pan, su composición, y diferencias entre esta y la de las harinas.

Falsificaciones : las sustancias que mas comunmente se han empleado para adulterar las harinas de trigo son la *fécula de patatas*, *harinas de otras gramineas inferiores en calidad y precio*, *las de semillas de leguminosas* y algunas veces *substancias de naturaleza mineral*, como yeso, creta y cuerpos parecidos.

Con frecuencia se observa que la *fécula de patatas* tiene mas precio que la harina de trigo, y no es fácil suponer que deba emplearse para su falsificación; con todo advertiremos que en caso de sospecha fundada, bastará triturar en un mortero la harina despues de haberle separado del glúten, en cuyo caso si tiene fécula de patatas, se rompen algunos de sus granos, y extendida la masa en agua, se obtiene por filtracion un líquido que se pone azul por el yodo. Si la harina es de trigo pura, no se obtiene este resultado.

Tambien se puede distinguir con el microscópio, comparando la harina sospechosa con otra de cuya pureza estemos seguros. La gran magnitud de los

granos de fécula de patatas, comparada con la de los de trigo, no puede en ningun caso dejarnos duda acerca la falsificacion que nos ocupa.

Para descubrir si una harina de trigo está mezclada con *la de otras gramíneas de inferior calidad y precio*, se han aconsejado una multitud de procedimientos que en la práctica no dejan de ofrecer sus dificultades, y se fundan los mas en la extraccion del glúten, cuyo aspecto se compara con el de la harina pura de trigo, pudiéndose á fuerza de práctica llegar á determinar la naturaleza de la que sirvió para cometer el fraude.

La mas comunmente empleada es la de *maiz* y la distinguimos entre otros métodos por el de Monsieur Letulle que consiste en tratar la harina sospechosa con disolucion de potasa cáustica que contenga de 12 á 14 por % de álcali, la cual comunica á la harina de maiz un tinte amarillo verdoso bastante intenso, para que pueda descubrirse un 5 % de esta harina en la de trigo.

Si el fraude consiste en la adición de *harina de arroz*, cosa que será muy rara, se descubre examinando al microscópio la fécula debidamente separada del glúten, en cuyo caso se descubren unos pequeños fragmentos angulosos, traslucientes, que no se ven en la harina de trigo pura.

Las *semillas de las leguminosas* dán una harina muy distinta de la del trigo, y algunas veces se ha empleado para falsificarla. Se conoce este fraude por muchos procedimientos: 1.º Tomando una pequeña cápsula de porcelana que se moja interior-

mente, y expolvoreándola con harina, la cual se pega á sus paredes; descúbrese el fondo de la vasija y se ponen unas gotas de ácido nítrico, que se evaporan suavemente al calor de la lámpara, estando cubierta la cápsula por un disco de vidrio. La harina se pone amarilla, y luego toma un color rojo hermoso al substituir el ácido nítrico por amoníaco, que se deja evaporar espontáneamente al contacto del aire, siempre que contenga un 4 por % de harina de leguminosas. 2.º Además, el agua de donde se separa por el reposo la fécula extraída de la harina, en vez de experimentar la fermentación láctica como lo hace cuando es de trigo, experimenta cuando contiene harina de legumbres, la pútrida, si se la deja en condiciones oportunas, pues como es bien sabido, contienen dichas semillas en mayor ó menor cantidad la *legumina* que es materia putrescible y queda en el líquido en cuestion. 3.º Examinada al microscópio la harina de trigo, si contiene legumbres, se observan pequeñas porciones de tejido celular reticulado que nunca se aprecian en la harina pura. 4.º Si se incinera la harina de trigo, dá cenizas en cantidad de 1 á 2 por % y si contiene legumbres, puede llegar á 3 y aun mas por %. A mas de que, las cenizas de las legumbres tienen fosfatos tribásicos que dan precipitado amarillo con sal de plata, mientras que las de trigo tienen fosfatos bibásicos, y lo dán blanco por el mismo reactivo.

Respecto á la adición de *substancias minerales* en la harina, hemos de convenir en la facilidad de su reconocimiento por incineración. Por lo mismo

que son materias fijas, aumentan considerablemente el peso de las cenizas, y el análisis de estas permite en todos los casos calificar la naturaleza de la substancia añadida. Las que mas frecuentemente se han encontrado son la sílice, yeso y creta.

Háblase además en algunos autores de la adición de *harinas de linaza*, y de *joyo*, *del alumbre*, *sales de cobre* etc., etc., pero debemos consignar que dichas substancias son sumamente raras en las harinas de trigo, por lo que no nos ocuparemos de ellas detalladamente.

PAN.

Con este nombre se conoce el producto de la cocción de la harina de trigo debidamente amasada. Aunque á primera vista parece que el pan debe tener exactamente igual composición que la harina con que se elaboró, se halla en realidad modificada no solo por la acción del calor, sí que tambien por la de la levadura.

Efectivamente, el calor produce algunas modificaciones en los principios constitutivos del pan, pues por una parte altera sensiblemente el glúten, y convierte una parte de la fécula en dextrina, que es soluble en el agua, asi como la fécula era insoluble. Todas estas alteraciones son singularmente apreciables en la costra ó capa exterior del pan, donde la acción del calórico se ejerce con mas intensidad. La miga conserva casi la composición de la harina, sobre todo, cuando el pan ha experimentado una

coccion incompleta, en cuyo caso puede llegar á tener un 50 por % de agua.

El contacto de la levadura con la harina amasada, da lugar al desarrollo de una porcion de cuerpos nuevos, pues comunica al glúten un principio de alteracion que le convierte en verdadero fermento y se desenvuelven en escala diferente las fermentaciones sacárica, alcohólica, acética y aun la láctica, que dan lugar entre otras cosas á la produccion de una cantidad de ácido carbónico, que es el que determina el entumecimiento ó hinchazon de la masa. Esta alteracion de la harina amasada continuaria acrecentándose, y al fin degeneraria en verdadera putrefaccion, dando al pan producto malas cualidades, si llegada á un cierto punto, no se introdujera en hornos convenientemente calentados, en los que pronto se coagula el glúten, y queda suspendido dicho movimiento de descomposicion.

De aquí resulta que ni el pan puede tener exactamente la misma composicion que la harina con que se elaboró, ni son idénticos los cuerpos existentes en la costra y en la miga del mismo, lo cual puede tener alguna importancia en la preparacion del agua panada, que á veces constituye el único alimento de ciertos enfermos, asi como explica la preferencia que debe darse á la miga del pan para preparar el cocimiento blanco de Sidhenam, al que dá la consistencia necesaria para retener en suspension el polvo más ó ménos fino de cuerno de ciervo. Desde luego seria menor la viscosidad ó consistencia de aquel medicamento, si se empleara la

costra, cnalquiera que fuese el grado de coccion que hubiese experimentado , pues es considerablemente menor la cantidad de fécula que contiene.

Poco debemos ocuparnos de la falsificacion del pan, pues las substancias estrañas que en él se encuentran son las mismas que hemos dicho se hallan en las harinas , asi es que son generalmente iguales los medios empleados para descubrirlas. Debemos sin embargo advertir, que es mucho mas difícil el ponerlas de manifiesto en el pan á causa de la transformacion y aun desorganizacion que han experimentado algunos de los principios constitutivos de la harina, así como de los cuerpos extraños, que á la misma se hubiesen añadido.

Háse observado en algunos paises, que ciertos tahoneros añadian á la harina amasada una cantidad de carbonato magnésico, ó en su lugar bicarbonato de sosa disuelto en el agua empleada en el acto de amasarla. Estas sales tienen por objeto procurar que á beneficio de los ácidos que se forman en el acto de la fermentacion panaria se produzca una considerable cantidad de ácido carbónico que aparece mejores cualidades en el pan. Fácil es comprender que las cenizas de un pan de esta naturaleza serán en mayor cantidad y abundarán en sales de sosa ó de magnesia , por lo que se descubrirá el fraude.

LECCION XXIX.

Vinos en general.—Relacion entre los principios inmediatos que contienen y los del mosto de que proceden.—Medios para determinar la cantidad de alcohol de los vinos.

VINOS.

Rigurosamente hablando, se conoce con el nombre de *vino* el líquido resultante de la fermentacion alcohólica del zumo de la uva. Es verdad que en algunos paises se fabrican líquidos alcohólicos por la fermentacion de los zumos azucarados de otros frutos, como la sidra, etc., pero aunque son licores espirituosos, no merecen el nombre de vinos.

Háse suscitado la cuestion de si el vino debia ó no ser incluido entre las sustancias alimenticias; y mientras algunos se empeñan en sostener que las bebidas alcohólicas pueden solo considerarse como estimulantes del aparato digestivo, opinan otros que son realmente nutritivas, por cuanto contienen cierta cantidad de materia sulfuro-nitrogenada.

Nosotros consideramos los vinos como alimentos, porque aun prescindiendo de la albúmina y glúten que contienen, el alcohol, la fécula y demás principios oxidro-carbonosos son capaces de alterarse,

y en realidad se alteran por la accion del aire en los pulmones, y bajo este punto de vista tienen las condiciones esenciales de los alimentos respiratorios. Respecto al glúten y albúmina, no hay duda que en muchos vinos generosos existen en muy pequeña cantidad, pero tambien es cierto que no faltan en ningun vino usual, ó de pasto, sobre todo durante su primera edad; por lo que sin admitir el principio que establecen algunas personas dedicadas á trabajos corporales más ó ménos pesados, de que con tal que tengan abundante el vino, pueden pasar con muy escasa y ligera comida; convenimos sin dificultad, en que no carecen de importancia las materias azoadas existentes en la cantidad de vino que diariamente consumen.

Para podernos formar cargo de la naturaleza de los principios esenciales del vino, compararemos la composicion de este con la del zumo de la uva, que es como sigue:

PRINCIPIOS QUE FIGURAN EN EL ZUMO DE LA UVA.

- 1.º Azúcar de uvas.
- 2.º Fécula.
- 3.º Pectina.
- 4.º Albúmina.
- 5.º Glúten.
- 6.º Materia extractiva.
- 7.º Principio astringente.
- 8.º Materias colorantes azul y amarilla.
- 9.º Bitartrato potásico.

10. Ácidos malico, cítrico y láctico.
11. Agua.
12. Tartratos de cal, de alúmina y potasa, cloruros de sódio y de potasio; sulfato potásico.
13. Materia grasa.

PRINCIPIOS QUE EXISTEN EN EL VINO EN GENERAL.

- 1.º Agua.
- 2.º *Alcohol*.
- 3.º Azúcar que se libró de la acción del fermento.
- 4.º Pectina.
- 5.º Albúmina.
- 6.º Materia extractiva.
- 7.º *Ácido acético*.
- 8.º Bitartrato potásico.
- 9.º Tartratos de cal, alúmina y potasa, cloruros de sódio y de potasio, sulfato potásico.
10. Materia colorante azul en los tintos, y amarilla en todos.
11. En los espumosos *ácido carbónico*.
12. En todos *éter enántico*.

Resulta de la comparación de estas tablas que por la fermentación desaparece la fécula, y la mayor parte del azúcar de uvas, en cambio se produce el *alcohol*, *ácido carbónico*, *ácido acético* y *éter enántico*. El primero constituye uno de los principales

componentes del vino , y es el que le dá la fuerza. El segundo es principalmente notable en los vinos espumosos. El ácido acético existe solo en pequenísimas cantidad , es un producto secundario , cuya presencia hasta hace poco tiempo no habia llamado la atencion. Finalmente el éter enántico constituye el principio aromático del vino , cuya verdadera naturaleza y origen es todavía objeto de discusion.

Interesa muchas veces determinar la cantidad que de alguna de estas substancias contienen los vinos, por lo que nos ocuparemos de los medios que la ciencia recomienda para ello, fijándonos sobre todo en la determinacion cuantitativa del *alcohol*, *azúcar*, *bitartrato de potasa* y *sulfatos terreos* y *alcálinos*.

Alcohol: para determinar la cantidad de este cuerpo en un vino se han indicado muchos procedimientos, algunos de ellos muy defectuosos. Es el uno, el que se funda en la densidad del vino y que recibió el nombre de *cenómetro*, que ha caído completamente en desuso , por no proporcionar datos exactos, puesto que la densidad de los vinos no depende solo de la cantidad de alcohol que contienen, sino de otras varias materias.

Tambien se ha empleado, y quizás es el mas oportuno de los métodos, el que consiste en destilar tres volúmenes de vino hasta que se ha recogido una tercera parte, mídese con un areometro centesimal el tanto por ciento de alcohol que tiene el producto, y la tercera parte de esta riqueza es la que tiene el vino. A este fin se emplea el llamado *alambique de Gay-Lussac* ó el de *Salleron*, que son pequeños

alampiques comunes, cuyo recipiente está oportunamente graduado, para apreciar el momento en que debe suspenderse la destilacion, y acompañan al alambique un areometro centesimal con el que se mide el producto, y un termometro á fin de hacer la debida correccion por la influencia de la temperatura.

Otro instrumento para llegar á este mismo resultado es el llamado *Ebulioscopo de Conaty* ó *Termometro alcohométrico*, que se funda en la propiedad que presentan los vinos de hervir en temperatura tanto mas baja en cuanto es mayor la cantidad que de alcohol contienen. Como el agua hierve á 100°, y el alcohol puro lo hace á 78°, es claro que cuanto mas alcohol tiene un vino, mas se aproxima á 78° su punto de ebulicion. Una tabla en donde se hallan continuados los puntos de ebulicion de las diferentes mezclas de alcohol y agua sirve para determinar la cantidad que de dicho alcohol hay en el vino que se ha ensayado. El instrumento consiste en una pequeña caldera ó vaso de cobre que se calienta mediante una lámpara; dentro del vino que se halla en la vasija de cobre inmerge la bola de un termómetro, que es el que proporciona el dato esencial para luego deducir en la tabla la verdadera riqueza alcohólica.

Hase suscitado la cuestion de si es fácil ó no determinar si el alcohol que tiene un vino, es añadido despues de la fermentacion, ó si es producido durante aquella metamórfosis del azúcar. En algunos autores hemos visto consignado que el alcohol que no es

esencial en el vino, ó mejor que le ha sido añadido despues de la fermentacion, se separa mediante la accion del calor, mucho antes de que se vaporize el que se produjo en el acto de la fermentacion del mosto, en atencion á que se halla simplemente interpuesto, esto es, que no está tan intimamente unido á los demás substancias del vino, como el que nació en el acto de la fermentacion. Nosotros debemos consigar, fundados en la esperiencia, que cuando á un vino usual ó no añejo se le mezcla una cantidad algo notable de alcohol, y se le estudia poco tiempo despues, es fácil observar dicho fenómeno, y creemos posible la distincion; si empero la cantidad de alcohol más ó ménos grande se ha añadido con alguna anticipacion, y pudo por el trasiego más ó ménos repetido incorporarse bien con el vino, todos los cuidados que uno emplee en la destilacion serán enteramente incapaces de poner en evidencia si una parte del alcohol fué añadido, pues destilarán enteramente confundidos como quiera que no habrá diferencia ni en la naturaleza de las dos clases de alcohol, si asi vale decirlo, ni en la temperatura en que se convertirá en vapor.

Lo mismo que en el pan, se ha discutido mucho sobre si debia ó no permitirse su circulacion cuando contenian escasa cantidad de alcohol. Conformes con los principios establecidos al hablar de aquel importante alimento, creemos, que con tal que sean puros dichos caldos, no solo debe permitirse, sino que debe recomendarse la circulacion y fabricacion de los débiles lo mismo que de los fuertemente al-

cohólicos, á fin de satisfacer todas las necesidades, gustos y aun caprichos del mercado (1).

LECCION XXX.

Medios para determinar la cantidad de azúcar que existe en los vinos.—Determinacion cuantitativa del bitartrato de potasa, y de los sulfatos alcalinos y terreos.—Influjo del enyesado de los vinos en su composicion y virtudes.

Interesa algunas veces conocer la cantidad de azúcar de uvas que existe en un vino, ya sea reciente, ya añejo. El procedimiento mas sencillo para llegar á este resultado es indudablemente el de *Barreswil*, que se funda en la propiedad que tiene la glucosa de descomponer el óxido cúprico rebajándole á cuproso.

A este fin toma 50 gramos de cremor tártaro pulverizado, y se le añade un tercio de litro de agua y 40 gramos de carbonato de sosa, se disuelve, y se calienta hasta la ebullicion. Añádense 30 gramos de sulfato cúprico cristalizado y pulverizado, y cuando frio se añaden 40 gramos de potasa caustica á la

(1) En los vinos de nuestro país varia la cantidad de alcohol desde 7 hasta 20 por $\%$. Los que pasan de esta cantidad son ya muy raros.

cal, disuelta en un cuarto de litro de agua; con este conjunto y la cantidad de agua necesaria se obtiene un litro de licor sacarimétrico de *Barreswil*.

Este licor debe probarse antes de ser empleado, á fin de determinar su fuerza ó título, para lo cual se disuelven 10 gramos de azúcar en un litro de agua, se hierve por unos minutos en contacto de un ácido, y se examina que cantidad de azúcar representa cada unidad de volúmen de licor cuprico, cuyo dato sirve despues para deducir cuanto azúcar hay en un líquido cualquiera. Supondremos, por ejemplo, que cada 50^{cc} de licor representan 0'200 gramos de azúcar.

Para hacer un ensayo de esta clase, se tomarán 50^{cc} de *licor Barreswil*, se ponen en un pequeño balon y se vá echando disolucion azucarada despues de calentar el licor cuprico hasta cerca de la temperatura de ebullicion, en cuyo caso la disolucion cuprica se descompone, y dá un precipitado de óxido cuproso, de calor rojo bastante vivo. Se añade disolucion azucarada hasta que el líquido cuprico perdió completamente el color azul, sin que á pesar de todo haya exceso de azúcar ó líquido azucarado; entonces se mira la cantidad gastada de este, y sabremos que contiene exactamente 0'200 gramos de azúcar de uvas puro. En este caso es ya muy fácil calcular cuanto azúcar de uva hay en un litro de líquido analizado, que en el ensayo presente sería un vino.

Segun *Mr. Fehling* este licor normal de *Bar-*

reswil es algun tanto al terable, y recomienda para su estabilidad prepararlo mediante la fórmula siguiente:

Sulfato de cobre cristalizado.	40 gramos.
Agua destilada.	160 »
Sosa cáustica.	150 »
Tartrato neutro de potasa. . .	160 »
Agua destilada.	500 »

Disuelto el sulfato de cobre en los 160 gramos de agua, y las demás substancias en los 500 gramos de la misma, se mezclan, y se obtiene un líquido al que se añade agua hasta el volúmen de 1154'4 centímetros cúbicos.

Cada 20^{cc} de este licor corresponde exactamente á 0'096 gramos de glucosa. Por lo demás se procede como con el licor de *Barreswil*.

Bitartrato de potasa: determinase la cantidad que de esta sal hay en un vino, neutralizándolo con carbonato sódico. Emplease para esto un instrumento llamado *tartrimetro*, que consiste en una bureta dividida en 100 partes iguales, que tiene en disolución 10 gramos de carbonato de sosa cristalizado en un volúmen de agua que ocupa el conjunto de la mencionada bureta. El carbonato que contiene cada grado del tartrimetro representa 0'109 gramos de bitartrato potásico. Si un vino marca, por ejemplo, 3 grados, habiendo empleado en el ensayo un decilitro, diremos que esta cantidad de vino contiene de bitartrato potásico $0'109 \times 3 = 0'327$ gramos.

Como se vé, este es un procedimiento acidimétrico muy sencillo, y para conocer el momento en que el ácido está neutralizado, se acostumbra emplear la tintura de tornasol, como en los ensayos alcalimétricos.

Conviene mucho en casos dados conocer la cantidad de bitartrato de los vinos, porque sirve de guía para distinguir si son de buena ó de mala calidad, si son naturales ó artificiales.

Sulfatos terreos y alcalinos: tambien estas sales han sido objeto de estudio y de empeñada discusion. Segun algunos químicos, el enyesado de los vinos es un perjuicio para estos caldos, pues siendo una sal soluble, debe disolverse, dando al líquido muy malas cualidades. De tal manera se ha mirado por algunos con prevencion el uso del yeso, que hay quien opina que los vinos enyesados no deberian usarse nunca, ni debiera ser permitida su entrada en las poblaciones de alguna importancia, pues llegan á tener en disolucion mayor cantidad de yeso, que el que necesita una agua para llamarse selenitosa, y por lo tanto cruda ó de mala calidad.

Nosotros creemos, que es una preocupacion la de poner, como en ciertas comarcas ponen, gran cantidad de yeso en los vinos, pero opinamos igualmente que en algunos puntos es mas que útil, necesaria dicha addicion; pues de una parte concentra los mostos, y de otra ayuda la clarificacion del vino, contribuyendo á su buen aspecto y facilitando su conservacion.

Aunque sea muy considerable la cantidad que

de yeso se ponga á un vino, no es mucho lo que se disuelve, pues á medida que por la fermentacion se desarrolla el alcohol, es el yeso mas insoluble, y si en el mosto pudo ser abundante, se precipita luego en su mayor parte.

A pesar de todo, es preciso convenir en que el yeso desvirtua más ó ménos el vino, pues los tartratos y fosfatos alcalinos se descomponen formando tartrato y fosfato de cal insolubles, y al mismo tiempo sulfato de potasa, que queda disuelto y mezclado con los sulfatos naturales del vino.

Resulta por consiguiente, que solo es admisible el principio, de que el yeso perjudica en los casos en que la cantidad de sulfatos alcalinos que produce es tan considerable, que pueda dar al vino propiedades sensiblemente laxantes, cosa muy rara segun lo indica la esperiencia.

Si no bastara para considerar como inofensivo el yeso, en la cantidad en que suele ponerse en los vinos, la opinion de diferentes prácticos, conforme enteramente con la nuestra, bastaria el considerar que en algunas comarcas de nuestro país, se añade desde tiempo inmemorial el yeso á los vinos, sin que hasta ahora se haya probado que produzca malos resultados. Por otra parte, en Francia, donde esta cuestion ha sido muy debatida, nunca se ha condenado en principio la preparacion y venta de los vinos enyesados, y solo se ha proscrito el uso de los mismos para el consumo de la marina, cuando se hubiesen formado por la accion del yeso, mas de cuatro gramos de sulfato de potasa por litro de vino.

Determinase la cantidad de dichos sulfatos mediante las sales de barita aciduladas, que dan sulfato barítico insoluble. Como los vinos naturalmente tienen sulfatos, es preciso comparar el precipitado que forman los sospechosos con el de los puros ó de confianza, á fin de deducir si hay ó no sulfatos añadidos. Mr. Poggiale ha ideado un instrumento para fijar directamente si un vino tiene más ó ménos de los 4 gramos de sulfato de potasa, y por lo tanto si puede ó no destinarse al servicio de la marina; instrumento que se llama *gypsometro*.

Consiste en un tubo graduado donde se pone cloruro barico acidulado en cantidad tal, que echado sobre 10 centilitros de vino, pueda precipitar la cantidad de sulfatos que corresponde á 4 gramos por litro. Mezclado el licor normal barico con los 10 centilitros de vino, se obtiene un precipitado que se recoge sobre un filtro, y el líquido que pasa, se prueba de nuevo con sal barica. Si no tiene ya mas sulfatos, no se afectará, y deduciremos que no pasan de cuatro gramos por litro los sulfatos del vino; en caso contrario decimos que pasan de dicha cantidad.

LECCION XXXI.

Materia colorante de los vinos, sus propiedades y manera de distinguirla de las otras substancias que se emplean para dar color á los vinos artificiales.—Principales alteraciones que sufren los vinos.—De las falsificaciones mas comunes en los mismos y singularmente las que afectan la salud pública.

Los vinos naturales tienen varias *materias colorantes* algunas veces. Ningun vino carece de la amarilla que es la que ostentan en estado de pureza los vinos llamados *claretes*. Los *tintos* tienen, además de aquella, la substancia colorante azul, que si presenta un viso rojizo, es efecto de la accion que ejercen sobre ella los ácidos del mismo vino, y principalmente el tártrico del crémor de tártaro. Por esto observamos que neutralizando los ácidos del vino, y aun del vinagre procedentes de uvas azules, llamadas generalmente negras, el líquido toma un color cada vez mas obscuro ó azulado á medida que aumenta la cantidad de alcalí añadido. De ahí tambien que cuando á un vino le clarificamos repetidas veces para separarle la materia colorante azul, quede constantemente de color amarillo, [con la circunstancia de que este color no puede separársele de un modo completo aunque se le sujete repetidas veces á

la accion del carbon animal y demás substancias descolorantes.

Se ha ensayado por algunos autores la determinacion cuantitativa de la materia colorante de los vinos, pero no son muy exactos los métodos propuestos, por lo que no tienen importancia.

Se han indicado procedimientos varios para venir en conocimiento de si es natural ó artificial la materia colorante de los vinos, lo cual algunas veces interesa. Uno de los mejores consiste en tratar el líquido con sulfato de alúmina, y luego añadir carbonato de amoníaco segun recomienda M. Jacob. Fórmase un precipitado de alúmina que arrastra la materia colorante y constituye una laca de color gris claro, si el vino es natural; en caso de existir materia colorante del campeche tira á violado; si tiene bayas de sauco es gris azulado, y asi sucesivamente varian los matices por la presencia de otros cuerpos.

Cuando uno tiene mucha práctica, no deja de sacar partido de estos cambios de matiz; pero no podemos menos de advertir que los vinos naturales presentan algunas variaciones sensibles, sobre las que debemos estar prevenidos, á fin de no ser inducidos á error.

Alteracion de los vinos: con frecuencia estos líquidos sufren espontáneamente modificaciones, reputadas por algunos como verdaderas enfermedades que no deben confundirse con las falsificaciones en que interviene la mano del hombre.

Prescindiendo de la acidez, sabor á tonel ó á

enmohecido y parecidos, que difícilmente se remedian, pueden adquirir los vinos viscosidad, ó crasitud y algunas veces turbulencia. La primera depende del desarrollo de la fermentacion viscosa, y se disipa mediante la adicion de un poco de tanino que se combina con la materia viscosa, y la hace insoluble. La turbulencia se disipa mediante una clarificacion bien conducida.

Estas enfermedades, por repugnantes que sean las propiedades físicas que comunican al vino, en ningun caso le comunican propiedades nocivas.

Falsificaciones: estas son generalmente punibles, pues ó afectan los intereses ó la salud de los consumidores. Es preciso no confundir con las falsificaciones de los vinos las operaciones de clarificacion ó mejora de dichos caldos, que la ciencia recomienda, y la esperiencia tiene sancionadas, así como la mezcla de diferentes vinos puros, pues como dice muy bien Chevallier, no deben bajo ningun concepto considerarse como falsificaciones.

Uno de los fraudes mas comunes en los vinos es segun opinion general, *la adicion de agua*. Es de advertir, sin embargo, que entre nosotros es frecuente la mezcla de vinos flacos con otros mas alcohólicos, á fin de obtener mezclas en las que en rigor el vino flaco ó débil representa el agua que añaden otros.

Para poner de manifiesto el agua, expresamente añadida á un vino, se ha pretendido apelar á su destilacion, en cuyo caso la manera de reunirse el líquido en el recipiente dá lugar, segun algunos, á

reconocer el agua añadida. Hace algunos años dijo Mr. Girardin que sabia poner en evidencia dicho fraude, pero hasta ahora, ni él ni nadie, ha publicado el secreto.

Mr. Bouchardat dice que la presencia del agua añadida solo puede deducirse de un conjunto de ensayos á que se sujeta el vino, relativos á la cantidad de cremor tártaro, de alcohol y de extracto seco, que presentan los vinos puros del país comparada con la que ostenta el vino sospechoso. Fácil es, empero, comprender que en algunos casos, aun este medio debe dejar mucho que desear, toda vez que varía bastante en los vinos naturales la cantidad de dichos cuerpos.

Aunque son quizás menos frecuentes, son mas peligrosos los fraudes que se hacen en estos caldos con el objeto de disfrazar el avinagramiento que en su masa empezó á dejarse sentir. Generalmente se usan, así por los cosecheros como por los comerciantes, *los polvos de mármol*, y *los carbonatos de potasa ó de sosa*, solos ó acompañados de materias aromáticas y azucaradas, que disfrazan las malas cualidades de los compuestos químicos producidos en el acto de la falsificación.

Alguna que otra vez se ha empleado para corregir el incipiente avinagramiento de los vinos, el *óxido de plomo ó litargirio*, pretendiendo que este cuerpo comunica sabor dulzaino á los mismos, favoreciendo su espendicion. Dejando á parte que el sabor dulce en los primeros momentos, se convierte en acre desagradable despues, no debemos perder

de vista que el acetato plúmbico á que dá lugar es terminantemente perjudicial á la salud.

Para descubrir estos fraudes posee la ciencia medios que nada dejan que desear; y por fortuna podemos decir, que cuanto mas activas son las sustancias de que se ha echado mano por los falsificadores, tanto mas fácil es ponerlas de manifiesto.

Los acetatos de cal, de potasa y de sosa son solubles en el alcohol, y de esta propiedad se ha sacado partido para descubrir la adición del mármol ó de los carbonatos alcalinos, que forman con el ácido acético de los vinos agriados, acetatos solubles. Es verdad que en los vinos puros existen constantemente estas bases, pero forman compuestos insolubles en el vehículo que nos ocupa.

De ahí el que los prácticos recomienden descolorar el vino sospechoso mediante el carbon animal purificado y evaporarlo á sequedad. El residuo tratado con alcohol concentrado disuelve el acetato que pudiera existir, y por evaporación del disolvente se tiene aislado, y en disposición de descubrir si la base empleada fué *la potasa, la sosa ó la cal*, por medio de los reactivos que en su día indicamos.

Por lo tocante á la sal de plomo, importa saber que si existe en los vinos en alguna cantidad, puede descubrirse por el ácido sulfhídrico, que lo ennegrece aunque no se descolore previamente; pero si existiese en muy pequeña escala, seria preciso separarle antes completa ó incompletamente la materia colorante, á fin de que no dejasen dudas las reacciones características de las sales de plomo, que nunca deben existir en los vinos.

Un vino que contenga sales de plomo dará por la evaporacion un extracto que, carbonizado y tratado luego por ácido nítrico produce un líquido primitivo, que dá señales evidentes de contener nitrato plúmbico.

Háblase de la adición del sulfato de hierro y del alumbre en los vinos, á fin de comunicarles ciertas cualidades, pero prescindiendo de que entre nosotros raras veces se han empleado, llevamos ya indicados los caracteres que distinguen á dichos cuerpos salinos.

LECCION XXXII.

Vinagres en general.—Medios para determinar su riqueza.

VINAGRES.

Mejor que como *alimento* debe el vinagre ser considerado como un *condimento*. Sin embargo como su estudio no puede separarse del estudio del vino, de donde en realidad procede, lo hacemos en este grupo, persuadidos de que como substancia alimenticia carece de importancia.

El vinagre tipo, el único que en realidad debiera usarse, y el que generalmente se usa entre noso-

tros, es el vinagre de vino. En algunos países extranjeros, donde la vid no se cultiva en escala, suplen la falta de buen vinagre mediante cuerpos procedentes de la acidificación de la sidra y otros líquidos alcohólicos, á veces con el ácido acético procedente de la destilación seca de la leña, y aun se echa mano del producto de la acidificación del alcohol, determinada por medios que la química moderna ha descubierto, y que no tenemos necesidad de enumerar aquí.

El vinagre de vino presenta como este caldo un color variable, pudiendo ser amarillo y más ó menos rojizo. Ya dijimos y vimos que este último matiz era debido á la materia colorante azul de las uvas llamadas negras, y no es extraño que en los vinagres dicha tinta sea mas roja, toda vez que contienen á mas del ácido tártrico del crémor, una cantidad más ó ménos considerable de ácido acético. De todos modos, dicha materia se pone azul por los álcalis, se separa mediante los agentes de descoloración comunes, y toma entonces el vinagre un color amarillo muy estable lo mismo que el de los vinos.

Riqueza de los vinagres: así como el valor de los vinos depende de una multitud de circunstancias, el de los vinagres está relacionado solamente con la cantidad de ácido acético que contienen. Muchos son los procedimientos encaminados á determinarla, fundados en el procedimiento acidimétrico general, y que debemos estudiar detenidamente.

Algunos prácticos se limitan á indicar que un

vinagre es tanto mejor, en cuanto es mas considerable la cantidad que de carbonato de potasa ó sosa seco necesita para neutralizarse, añadiendo que los buenos vinagres del país se neutralizan con un 6 ó un 7 por $\%$ de carbonato de sosa seco. Fácilmente se comprende que esto basta para formar una idea de la concentracion de los vinagres, ya se elijan para los usos medicinales, ya para los domésticos, ya para los industriales.

Practicase la operacion tomando 100 gramos de vinagre, sobre los que se vá echando en un vaso de precipitados, el carbonato seco, hasta que no se produzca efervescencia, y que una tira de papel de tornasol no se afecte absolutamente al tocar el liquido. Obtenido este resultado, y sabida la cantidad, que de carbonato se empleó, es muy fácil calcular en caso necesario la cantidad que de acético real hay en en dicho vinagre, diciendo: si un equivalente de carbonato de sosa neutraliza un equivalente de ácido acético puro, la cantidad que de dicho carbonato se absorbió, ¿cuanto ácido representa? El cuarto término de esta proporcion nos revela la cantidad exacta que de acético puro hay en la cantidad de vinagre analizado.

Pero es de advertir que el vinagre contiene cierta cantidad de ácidos tartrico, malico, etc., que absorven álcali y nos inducen á error, por cuanto nosotros consideramos el acético como único ácido existente en el liquido.

Para salvar dicha inexactitud acouseja Lassaigne muy oportunamente hacer un segundo ensayo acidi-

metrico, empleando una cantidad igual de vinagre de la misma naturaleza, evaporándole hasta consistencia de extracto, y examinando la cantidad que de carbonato alcalino neutralizan los ácidos fijos. Esta cantidad restada de la total gastada en el ensayo anterior, dá por diferencia el álcali realmente neutralizado por el ácido acético puro, existente en el vinagre que se analizó.

No podemos menos de advertir, que si un vinagre está falsificado con ácidos minerales, será muy inexacto el resultado que obtengamos por este medio, sobre todo si es clorhídrico ó nítrico el que se haya añadido, por lo que debe tenerse en cuenta lo que mas adelante indicaremos respecto á los fraudes del vinagre.

Conócense con el nombre de *acetímetros* unos instrumentos que sirven para determinar la riqueza de los vinagres por medio de líquidos graduados ó de composicion conocida que simplifican mucho las operaciones y cálculos.

Uno de estos métodos acetimetricos consiste en tomar cierta cantidad de vinagre, por ejemplo 20 gramos, sobre los cuales se vá echando á beneficio de una bureta, disolucion de carbonato de sosa de composicion conocida hasta neutralizacion. La bureta está construida de modo que tiene 100 grados, iguales á 100 centímetros cúbicos, y el volúmen de agua que contiene lleva disuelta una cantidad de carbonato sódico seco, capaz de neutralizar todo el ácido de 20 gramos de vinagre analizado, suponiéndolo de buena calidad y conteniendo por lo tan-

to 6 por $\frac{o}{o}$ de ácido acético puro. Dicha cantidad es de 1'2 gramos.

Un vinagre de buena calidad debe marcar en semejante acetímetro 100°; si marca solo 50° podemos asegurar que solo tiene la mitad de la riqueza de los vinâgres buenos, y es muy fácil expresar en centésimos su valor real. De donde se deduce que los grados del acetímetro en cuestion expresan solo centésimos de bondad del vinagre analizado.

Tal es, salvando pequeñas diferencias, el fundamento de los acetímetros de Chevalier, de Otto, y aun de Mr. Ure, aunque este último aconseja el empleo del amoníaco de concentracion determinada, en vez del carbonato de sosa.

Recomiendan algunos muy oportunamente, que para determinar el fin de la operacion, ó sea el momento de la verdadera neutralizacion, se caliente el vinagre á fin de expulsar el gas carbónico que podria inducirnos á error, toda vez que afecta al tornasol, y nos obligaria á poner un esceso de álcali.

Mr. Reveil y Salleron han dado á conocer modernamente un *acetímetro* que lleva su nombre, por medio del cual se fijan los centésimos que de ácido acético monohidratado ó cristalizable contiene un vinagre comercial.

A este fin neutralizan dicho líquido mediante una disolucion de borraj, cuya alcalinidad se aumenta por la addicion de sosa cáustica. Dicha alcalinidad debe ser tal, que 20^{cc} del licor sódico neutralizen exactamente 4^{cc} de licor alcalimétrico de Gay-Lussac.

Disuélvense 45 gramos de borraj en un litro de agua destilada, y añádese sosa cáustica en cantidad pequeña pero siempre suficiente para que tenga la propiedad antes mencionada, lo cual se deduce por tanteo. Conviene además añadir algunas pastillas de tornasol al líquido, á fin de apreciar el momento en que la neutralizacion del ácido tuvo lugar.

El acetímetro en cuestion es un simple tubo recto cerrado por un extremo, y que tiene una señal y el cero de la escala en un punto hasta donde alcanzan 4 centímetros cúbicos de líquido, que es la cantidad que de vinagre se toma en cada ensayo. La escala va subiendo hácia el extremo abierto, y es de tal manera graduada, que cada 12.5° corresponde á 20^{cc} de cabida. La experiencia enseña que todo líquido del cual 20^{cc} neutralizan 4^{cc} de licor alcalimétrico de gay-Lussac tiene la propiedad de neutralizar por cada grado del acetímetro de Reveil una centésima parte de 4^{cc} de acético cristalizable ó monohidratado. De donde se deduce que cada grado que de líquido alcalino absorbe un vinagre tomado en cantidad de 4^{cc} corresponde á un centésimo de ácido acético monohidratado.

Este método es muy recomendable en la práctica y está al alcance aun de personas poco instruidas. Pero es de notar que está sujeto á las causas de error antes indicadas, respecto á la existencia en el vinagre de los ácidos distintos del acético, así como del sulfúrico y demás ácidos que fraudulentamente pueden añadirsele.

Usóse antiguamente con el nombre de *acetime-*

tro ó pesa-vinagre un instrumento fundado en la densidad de este líquido, pero cayó en desuso, por ser inexacto lo mismo que el *enómetro* de que nos hemos ocupado en el tratado de los vinos, y por las mismas causas.

LECCION XXXIII.

De los fraudes que se cometen en los vinagres, y medios para descubrirlos.—De la cerveza, falsificaciones de que es objeto y medios para descubrirlas.—De los alcoholes, y aguardientes y medios de reconocer sus buenas cualidades.

Los fraudes mas comunes en el vinagre consisten en la adicion de ácidos minerales á fin de simular que son muy concentrados. Los mas comunes son el *sulfúrico* y *clorhídrico*, pero algunas veces se ha empleado tambien el *nitrico*.

Descúbrese el primero, porque comunica al vinagre la propiedad de producir dentera cuando se usa. Por otra parte el cloruro cálcico que no precipita por los sulfatos que tiene naturalmente el vinagre, lo verifica cuando contiene ácido sulfúrico, aunque sea en cantidad de muy pocos milésimos. Finalmente el vinagre no ennegrece, cuando puro, al azúcar, pero si tiene sulfúrico lo verifica; del mismo modo que el extracto de vinagre se ennegrece

antes de llegar á ser seco, si dicho ácido sulfúrico se habia añadido.

El *ácido clorhídrico* se descubre destilando una parte del vinagre, y buscándolo en el producto de la destilacion del ácido que nos ocupa mediante las sales de plata y demás reactivos.

El *nitríco* se pone de manifiesto neutralizando el vinagre con carbonato de potasa, y tratando la masa resultante de su evaporacion con los reactivos de los nitratos.

Se ha hablado de la addicion de *ácido tártrico* al vinagre para aumentar la acidez. Entre nosotros este fraude es muy raro y aparte de las propiedades de este ácido libre, puede servir para descubrirlo el considerable peso del extracto obtenido por evaporacion.

La addicion de *agua* á un vinagre es tan difícil de descubrir como en un vino; sin embargo algunas veces se deduce de la falta de bitartrato potásico y demás sales que los vinagres puros contienen, y que disminuyen proporcionalmente cuando están agudados.

CERVEZA.

Este líquido es menos usado en nuestro país que en otros en que son mas escasos los vinos, sin embargo en estos últimos años se ha aumentado considerablemente el consumo, y no estará por demás que llamemos la atencion acerca algunos fraudes

que se cometen en esta bebida, así en el país como en el extranjero.

Por punto general, tienen los falsificadores la idea de comunicar á este líquido un sabor amargo, que remede el amargor especial del lúpulo que se emplea en su fabricacion, y si bien emplean algunas veces para lograrlo substancias vegetales amargas, como la raiz de achicoria y semejantes, alguna que otra vez parece se ha observado por ciertos autores que dicho sabor era debido á la *nuez vómica* ó al *haba de S. Ignacio*, que como es bien sabido, son semillas venenosas, porque contienen estrignina y brucina. Así como las materias amargas indicadas no podemos descubrirlas, por carecer de reactivos especiales para ello, razon por la que lo descubren los buenos catadores mejor que nosotros, podemos poner de manifiesto las segundas por medio de los reactivos de aquellos alcaloides.

En efecto, evaporando una cantidad considerable de cerveza, y tratando por alcohol el extracto seco, se obtiene un líquido que evaporado á sequedad permite ver los caracteres de la estrignina al tratar la masa por medio del bióxido de plomo y ácido sulfúrico, á tenor de lo que indicaremos mas adelante en la química toxicológica.

Tambien se ha empleado al parecer el *ácido nitropícrico* para comunicar sabor amargo á la cerveza. Pónese de manifiesto este fraude, descolorando una cantidad de líquido con carbon animal, y luego tratándolo con una sal de potasa, que forma un precipitado amarillo de nitropícrato potásico, si existía dicho ácido.

ALCOHOL Y AGUARDIENTES.

En rigor tiene menos importancia para nosotros el alcohol que los aguardientes, pues si bien el primero se usa para reforzar ó encabezar los vinos comunes, razon por la cual debe llamar nuestra atencion, con todo los segundos tienen mas importancia atendido el mayor consumo que de los mismos se hace.

La principal prueba á que los alcoholes deben sujetarse es la del areómetro, pues por su medio nos persuadimos de si es más ó ménos acuoso. Es escusado decir, que el mejor de estos instrumentos es el centesimal ó de Gay-Lussac, en cuyo uso debe tenerse en cuenta el influjo de la temperatura en que se practica el ensayo, segun ya lo indicamos al hablar de la medicion del alcohol de los vinos.

Los aguardientes no son otra cosa que alcohol de vino mezclado en proporciones diferentes con el agua, y algunas veces aromatizado con esencia de anís y otras materias análogas, que exige la costumbre de cada país.

Algunas veces contienen los alcoholes lo mismo que los aguardientes pequeña cantidad de *ácido acético*, resultante de la accion comburente del aire atmosférico. Descúbrese por una parte por el papel de tornasol, y además porque neutralizado con carbonato potásico, si se evapora la masa líquida, se encuentra alguna cantidad de acetato alcalino.

Falsifícase algunas veces el alcohol de vino con el de cereales, de patatas, de algarrobas y otros conocidos en general con el nombre de alcoholes de industria, y su descubrimiento ofrece á veces no pocas dificultades. Antes de la invencion de los modernos aparatos para refinar los alcoholes, ya sea apelando á la simple destilacion, ya haciendo intervenir alguna cantidad de hipoclorito, con el fin de desinfectarlos eran los mas fáciles de descubrir estos fraudes, como se descubria fácilmente si tenian olor y sabor de caldera, pues bastaba rectificarles lentamente para que se notara en el residuo el olor particular de la materia extraña, sobre todo si se hacia intervenir en la destilacion ó rectificacion alguna gota de ácido sulfúrico.

Hoy dia los alcoholes se obtienen directamente de 36° ó de 39° y la pequeña cantidad que de materias extrañas contienen, está disfrazada por el olor que el mismo espíritu despide. De ahí el que los prácticos al tratar del exámen de los alcoholes los mezclen ante todo con 4 ó 5 veces su volúmen de agua, á fin de que se perciba mas franco el olor de los cuerpos que le impurifican.

No conociéndose reactivo alguno que pueda aislar el alcohol de industria dejando separado al de vino, tampoco puede en definitiva el químico apelar á otros caractéres que á los organolépticos, para descubrir la falsificacion de los alcoholes comerciales, y en realidad es lo que generalmente se practica. Sin embargo, está fuera de duda que destilando dichos líquidos con intermedio de algun ácido, por

ejemplo, el sulfúrico, y á un calor muy suave, quedan en la retorta residuos de sabor acre desagradable, y de un olor particular que recuerda las mas de las veces el de la materia que sirvió para la fabricacion del alcohol de industria.

Uno de los que con mas frecuencia impurifican el alcohol de vino es el procedente de las patatas y otros cereales, el cual segun algunos químicos es fácil de descubrir porque tiene constantemente alguna cantidad de la llamada *esencia de patatas*, que se habia creido peculiar del alcohol procedente de dichos tubérculos y que modernamente se conoce con el nombre de *alcohol amilico*, tanto porque acompaña en alguna cantidad al alcohol comun procedente de todas las sustancias amilaceas, como por su constitucion y propiedades químicas. Para ponerlo de manifiesto, aconsejan destilar en contacto de unos gramos de ácido oxalico al alcohol sospechoso, que dá lugar á la produccion de alguna cantidad de *eter oxamilico*, el cual se distingue por su olor de harina en descomposicion, ó como dicen los autores, olor de chinches, fácil de apreciar por personas un poco acostumbradas, sobre todo al fin de la destilacion.

Háse hablado de la adicion de *substancias pican-tes*, como pimienta, pelitre, etc., para simular concentracion, pero entre nosotros no se usan, y por el estudio del residuo de la destilacion tambien se pondrian de manifiesto.

Finalmente dicen algunos autores que se añade *ácido sulfúrico*, á fin de desenvolver en el alcohol

cierto aroma etéreo que suele ser solicitado; pero es sumamente fácil descubrirlo por los reactivos, sal de barita, etc., etc.

LECCION XXXIV.

De las leches, sus propiedades nutritivas y puntos de semejanza entre las de los diferentes animales.—Composicion de las leches en general, y medios para ponerlas de manifesto.—Ensayo de las leches del comercio y medios para practicarlo.—Lactoscopio de Mr. Donné.

LECHES.

Se dá el nombre de *leche* al líquido segregado por las glándulas mamarias.

Preséntase ordinariamente opaca, blanca, inodora, de sabor sensiblemente azucarado, de reaccion ligeramente alcalina cuando es recientemente ordeñada, y de densidad variable en los diferentes animales. Mézclase la leche en todas proporciones con el agua, y abandonada al reposo por veinte y cuatro horas, se separa en dos capas distintas, una que sobrenada que se llama *crema*, y otra mas densa que toma el nombre de *leche desnatada*.

DENSIDAD DE LAS PRINCIPALES LECHES.

Leche de mujer.	1'0203
» de yegua.	1'0346
» de burra.	1'0355
» de cabra.	1'0341
» de oveja.	1'0409
» de vaca.	1'0324

Obsérvase por esta tabla que la leche de mujer es la mas lijera, y la de oveja la mas densa, lo cual no debe estrañarse considerando que la primera abunda en manteca, que es el principio lijero de las leches, al paso que la segunda es muy abundante en materia caseosa.

Por su constitucion fisica las leches deben considerarse como emulsiones naturales, en las que la manteca se halla en suspension á beneficio de las demás substancias que le comunican viscosidad y consistencia.

Bajo el punto de vista alimenticio es la leche muy importante, toda vez que contiene una regular cantidad de materia grasa, además de la caseina y la albúmina que constituyen el elemento plástico ó esencialmente nutritivo. De donde resulta, que no solo son punibles en este líquido los verdaderos fraudes que algunas veces se cometen, si que tambien las sustracciones de la nata, tan comunes entre nosotros, y que tanto modifican las condiciones de este

alimento, con perjuicio de los enfermos y de los niños, que con mucha frecuencia lo usan.

COMPOSICION DE LAS PRINCIPALES LECHES.

	<i>Muger.</i>	<i>Burra.</i>	<i>Cabra.</i>	<i>Vaca.</i>
Caseo seco.	1'52	1'82	4'02	3'80
Manteca.	3'58	0'11	3'32	4'38
Azúcar de leche seco. .	6'50	6'08	5'28	5'27
Sales.	0'45	0'34	0'58	0'27
Agua.	87'95	91'65	86'80	86'28
	100'00	100'00	100'00	100'00

Por esta tabla se vé que en realidad la leche de muger debe ser la mas ligera, pues si bien hay alguna variedad que es tanto ó mas abundante en grasa, como sucede con las de cabra y de vaca, contienen estas en cambio una cantidad muy superior de materia caseosa, de manera que la cantidad absoluta de grasa es en las tres aproximadamente igual, pero la cantidad relativa es muy superior en la de muger.

Análisis de las leches: para determinar la cantidad de cada uno de los principios inmediatos de las leches, se han indicado diferentes procedimientos. Uno de los mas sencillos es el de Fremy que vamos á describir.

Desécanse 20 gramos de leche á un calor de 110° y cuando no pierde absolutamente de peso, se anota el que tiene el conjunto seco. La diferencia es el *agua* que tenia la leche.

Tómanse estas materias secas y se incineran ; su peso es el de las sales que existen en 20 gramos de leche.

Trátense dichas sales por el agua , y pésese el residuo insoluble, por cuyo medio se obtiene el peso de las sales solubles é insolubles.

Procédese en seguida á la evaporacion de otros 20 gramos de la misma leche , y trátase el residuo con éter, vuélvese á pesar, y la pérdida de peso expresa la cantidad de manteca que disolvió el éter.

El residuo de la operacion anterior se trata por el agua que disuelve el azúcar de leche y las sales solubles. Como por las operaciones anteriores , se conoce el peso de las materias salinas solubles, restando este de la pérdida de peso por la accion del agua , se tiene [por diferencia el peso del azúcar de leche ó lactina.

Finalmente para saber la cantidad de albúmina, se precipita la caseina de una cantidad igual de leche, por medio del ácido acético, se satura por medio del amoníaco el licor filtrado , se le añaden algunas gotas de ácido nítrico y se hace hervir , en cuyo caso se precipita la albúmina en forma insoluble. Se lava esta substancia, se seca y se pesa.

Se han introducido algunas modificaciones á este procedimiento general de análisis de las leches , y una de ellas , digna de tenerse en cuenta , consiste en subsistir el éter para aislar la grasa, con una mezcla de una parte de alcohol absoluto y tres partes de éter puro, á tenor de lo que indica Mulder.

Tambien se ha propuesto fijar la cantidad de lac-

tina por medio de una disolucion cúprica semejante á la de Barreswill, que indicamos al hablar de los vinos, y que Mr. Poggiale prepara del modo siguiente:

Sulfato de cobre crist-	
lizado.	10 gramos.
Bitartrato de potasa cris-	
talizado.	10 »
Potasa cáustica.	30 »
Agua destilada.	200 »

Se obtiene un licor cúprico potásico azul, que se ensaya mediante una disolucion de azúcar de leche puro, á fin de obtener la base del cálculo que luego debe hacerse. En seguida se toma un peso conocido de leche, se separa la caseína y la grasa por coagulacion, y se sujeta el suero resultante á la accion del licor cúprico hasta que los 20 centímetros cúbicos que de este se acostumbran emplear, se hayan completamente descompuesto y precipitado el óxido cuproso rojo.

Como antes se ha determinado la cantidad de azúcar de leche puro, que representan los 20 centímetros cúbicos de licor de prueba, se sabe ya la cantidad que de dicho azúcar hay en la de leche que ha sido necesaria para lograr el resultado. Fácil es entónces calcular la cantidad correspondiente á un litro de leche.

Modo de ensayar las leches del comercio:
en todas las poblaciones de importancia, es grande

el consumo de la leche, sobre todo de vaca y de cabra, y como es algo crecido su precio, con frecuencia se altera ó falsifica. El fraude mas comun entre nosotros consiste en la adicion de agua á la leche pura ; algunas veces le separan la crema y venden por pura la leche desnatada ; y cuando la codicia de los espendedores es mayor, despues de haber separado la manteca, le añaden todavía agua ; con la circunstancia de que la densidad del líquido es entónces mas parecida á la de la leche pura¹, que cuando simplemente se quitó la manteca.

Léjos de nosotros la idea de prohibir la venta de la nata, así como de la leche desnatada, pero es preciso convenir en la necesidad de que al público se le anuncie si la leche que compra tiene ó no la mencionada crema, pues no son iguales sus propiedades, ni es igual su precio en el mercado. Los municipios que mejor han estudiado esta cuestion permiten la venta de la crema ó manteca, mas no autorizan la espendicion de la leche así desnaturalizada, sin que se anuncie al público, obligando además á los espendedores á darla con rebaja de precio.

Varios son los instrumentos que se han recomendado para examinar la pureza de las leches, algunos de los cuales dejan en la práctica bastante que desear.

Uno de ellos llamado *lactoscopio de Mr. Donné* se funda en la mayor ó menor opacidad de la leche que se trata de estudiar ; y consiste en una especie de antejo, compuesto de dos tubos que entran el

uno dentro del otro , y provistos de dos vidrios paralelos que pueden acercarse ó separarse á voluntad, por medio de una rosca oportunamente dispuesta. A beneficio de un pequeño embudo se hace penetrar entre los dos vidrios una cantidad de leche, y colocado el instrumento entre el ojo y una luz situada á un metro exacto de distancia , se vá dando lugar á que la capa de leche aumente de espesor hasta producir la opacidad completa , esto es que deje de verse la llama de la vela , que antes era apreciable. Como es conocido el espesor que deben tener las capas de diferentes leches en estado de pureza para lograr dicho resultado , se deduce el aumento que ha debido experimentar dicha capa mediante una escala graduada estendida á la parte exterior del tubo de mayor diámetro , y como es consiguiente se dá por mala ó pobre una leche , en cuanto para producir la opacidad debe emplearse una capa mas gruesa que la ordinariamente necesaria. La base de este instrumento es completamente empírica.

LECCION XXXV.

Galactómetro y lactómetros ordinarios.—Lactobutirómetro de Mr. Marchand.—Lactodensímetro de Mr. Quevenne y Galactómetro centesimal de Mr. Chevallier.—Fundamento é importancia de cada uno de ellos.

Galactómetro: así se llama un instrumento que sirve para averiguar la naturaleza de las leches, examinando su densidad. Es un areómetro comun, lastrado de manera, que el grado *uno* corresponde á la leche pura segun recomienda Cadet de Vaux, el grado *dos* á la leche que tiene una cuarta parte de agua, el *tres* á la que tiene un tercio, y el *cuatro* á la que tiene una mitad. Esta escala se obtiene por tanteo; eligiendo una leche que sepamos es pura.

La importancia de los galactómetros ha menguado mucho, desde que la experiencia ha demostrado que puede aumentarse ó disminuirse la densidad de las leches por el arte, induciéndonos á error.

Lactómetro: consiste en una probeta graduada de 8 pulgadas de altura por 1'5 de diámetro, con una escala dividida en 100 partes, cuyo cero está arriba. Llénase de leche el instrumento, déjase por 24 horas, á fin de que vaya formándose en la parte superior una capa de manteca impura, por cuyo es-

pesor se deduce la pureza de la leche. Se sabe que las leches de buena calidad marcan en el lactómetro de 10° á 12°, por lo tanto se reputan como sospechosas las que marcan algo menos, y como malas ó aguadas las que acusan mucho menos.

Lactobutirómetro de Mr. Marchand: este se funda en la propiedad que tienen las leches de ceder al éter sulfúrico la materia grasa ó mantecosa, y en la propiedad que el alcohol de 90° posee de precipitar ó separar en forma de glóbulos dicha manteca una vez disuelta en éter.

Consiste en un tubo de vidrio cerrado por uno de sus extremos y dividido en tres partes ó secciones; la primera ó inferior lleva escrita la palabra *leche*, la segunda *éter* y la tercera *alcohol*. Llénase de leche el tubo hasta la señal, échase en seguida éter ordinario hasta el punto indicado en el instrumento, agítase bien, y luego añádese el alcohol. Despues de interpuestos unos con otros los tres líquidos, se calienta en un baño maria oportuno el instrumento, en cuyo caso la manteca se separa, y se mide su espesor en la parte mas elevada del tubo donde oportunamente existe una escala movable, cuyos grados indican otros tantos gramos de manteca por un litro de leche examinada. La experiencia enseña que las leches tienen por término medio de 30 á 33 gramos de manteca por litro, de donde se deduce que deben considerarse como sospechosas y aun adulteradas, en cuanto la cantidad de dicha sustancia baja mucho de 30°.

Lactodensímetro de Mr. Quevenne: este quí-

mico recomienda el uso sucesivo de dos instrumentos que son un *areómetro* especial y un *lactómetro* como el antes descrito, solo que le dá el nombre de *cremómetro*. Dice y con razon el autor que la densidad de las leches es muy distinta segun se les haya ó no separado la crema ó nata, y que por lo tanto el primer dato que debe obtenerse, es el de si la leche que se examina tiene ó no dicha materia grasa.

Obsérvase en efecto que las leches tienen densidad mayor en cuanto tienen menos crema, que es el principio inmediato mas ligero, de manera que marcando 31° en el lactodensímetro cuando puras, llegan á marcar 35 ó mas grados despues de desnatadas.

De aquí resulta: 1.º Que no puede con los areómetros descubrirse si una leche es ó no aguada, mientras no hayamos examinado si tiene ó no la crema. 2.º Que una leche desde el momento en que por la desnatacion se le aumentó la densidad hasta 35°, puede añadirsele cierta cantidad de agua, para que marque exactamente los 30 á 31 grados que marcaba cuando pura, en cuyo caso no serán los areómetros ó el lactodensímetro los que descubran el fraude, sino el cremómetro tan oportunamente recomendado por Mr. Quevenne.

Por esto decíamos en la leccion anterior que cuando en una leche despues de cometido el fraude de la desnatacion, sabian los espendedores añadir cierta cantidad de agua, era mas difícil descubrir su mala fé, puesto que los instrumentos fundados

simplemente en la densidad del líquido, hacían reputarlo como puro ó no aguado; pero no pasa desapercibido el doble fraude, cuando insiguiendo los preceptos de Quevenne, hacemos uso del cremómetro y del areómetro sucesivamente.

Por lo demás, el *lactodensímetro* es un areómetro comun, cuyo grado cero corresponde al agua pura en temperatura de 15°, y el treinta y uno á la leche pura no desnatada. Dividió la escala de esta suerte el autor, por haber observado que un litro de leche pesaba 1031 gramos, esto es que su peso específico era 1'031. De manera que dados los grados que marcan todas las leches en el lactodensímetro, se deduce su peso específico y en consecuencia el número de gramos que pesa un litro de dicha leche, anteponiendo á dicho número, un uno y un cero; así grados 35 suponen 1035 gramos, ó sea peso específico 1'035.

Cuando la leche es desnatada, se considera como no aguada si marca 35°, pues debió aumentar su densidad; y si careciendo de nata, marcase solo 30° ó 31°, debemos deducir, que además se le añadió agua.

Es escusado decir, que el lactodensímetro, como los instrumentos que nos ocuparon antes, se refieren á las leches de vaca y de cabra, las mas comunes en el comercio y las mas frecuentemente usadas, cuyos grados en efecto se corresponden. La de burra generalmente se ordeña en presencia de los consumidores, por lo que no son de temer los fraudes.

Galactómetro centesimal de Mr. Chevallier :

este instrumento es muy parecido en el fondo al anterior, solo que es diferente su graduacion. El punto correspondiente á la leche pura no desnatada, está señalado con el número 100° y el cero corresponde al agua pura. Lo mismo que Quevenne, recomienda Chevallier usar simultáneamente un cremómetro y con igual objeto; así como hace observar que la leche desprovista de crema, debe marcar 108° para considerarse como no aguada, ya que su densidad aumenta en esta proporcion. Despues de conocido el instrumento de Quevenne, nada presenta de notable el que nos ocupa.

Para el uso de todos estos instrumentos conviene saber :

- 1.º Que las leches experimentan sensibles variaciones en su densidad y composicion por la edad, régimen alimenticio de los animales y otras circunstancias, por lo que exigen alguna prudencia las deducciones que por su medio se hacen.
- 2.º Que por el reposo tiende la manteca á separarse aun dentro de las mamas, por lo que es preciso agitarla en los vasos antes del ensayo, y aun remover las mamas en el acto de ordeñarla, pues de otro modo saldria poco grasa al principio y mucho al fin.
- 3.º Que los instrumentos flotantes en la leche deben introducirse con lentitud, á fin de evitar que mojándose la espiga en toda su extension, venga á aumentarse el peso del instrumento, en cuyo caso inmerge mas de lo que debe, y los resultados son erróneos.
- 4.º Que la temperatura del líquido en el momento

del ensayo, influye en los resultados, hasta el punto de que algunos autores acompañan á su instrumento la correspondiente tabla de correcciones de temperatura.

LECCION XXXVI.

PARTE SEGUNDA DEL CURSO Ó SEAN LÍQUIDOS Y TEJIDOS DEL ORGANISMO. —Saliva, sus caracteres, composicion y manera de deducirla. —Ptyalina, su extraccion y propiedades.—Papel que desempeña la saliva en la digestion.—Jugo gástrico, sus caracteres, composicion y medio de comprobarla. —Pepsina, caracteres y extraccion de esta substancia.—Composicion general del jugo gástrico y propiedades fisiológicas del mismo.

Al enumerar en la leccion primera del curso los líquidos y tejidos del organismo, con el fin de llamar la atencion acerca de aquellos que por su mayor interés deben de preferencia ocuparnos, adoptamos el órden establecido en algunas obras de química fisiológica animal. Sin embargo al tratar de estudiarlos en particular, nos ha parecido mas conveniente seguir el órden con que desempeñan su papel en la economía, á cuyo fin recorrerémos las funciones de nutricion, indicando en cada una de ellas la naturaleza y composicion de los líquidos que intervienen, así como su manera de obrar, en cuanto lo permiten los recursos de la ciencia.

Llámanse *funciones de nutricion* las que tienen lugar desde que las sustancias alimenticias introducidas en la boca van recorriendo las diferentes partes del cuerpo, para dar lugar á la renovacion de los tegidos, siendo al fin expulsados sus residuos bajo la forma de excrementos gaseosos, líquidos ó sólidos.

La primera de dichas funciones es la *digestion*, de la que forman parte la aprension de los alimentos, la masticacion y la deglucion. Efectivamente, mientras se produce el bolo alimenticio, ya se insinua en los principios inmediatos de los alimentos la alteracion que debe completarse en el tubo digestivo, contribuyendo á ello en gran parte la *saliva*.

SALIVA.

Así se llama el líquido que segregan unas glándulas especiales colocadas en puntos diferentes de la boca, las cuales la producen siempre, pero en mayor cantidad en el acto de la masticacion y deglucion de los alimentos.

Créese con fundamento, que no es igual la composicion de la saliva segregada por las diferentes glándulas salivales, pero en la boca se reunen todas y constituyen la *saliva mixta* ó *líquido salivar*, que es como nosotros la estudiaremos.

Preséntase bajo la forma de un líquido filamentososo, espumoso y opalino, que por el reposo se divide en dos partes, una superior clara y líquida, y otra inferior enturbiada por partículas de epitelio y de materia mucosa. Por la filtracion pasa la saliva cla-

ra, y frecuentemente con matiz azulado. Su peso específico es 1'008. Contiene de 0'035 á 1 por ciento de materias sólidas, de las que la mayor parte son minerales, y son *cloruro sódico y potásico, fosfato sódico tribásico, fosfatos de cal y de magnesia*¹, carbonatos de cal, potasa y sosa, lactatos alcalinos, sulfocianuro potásico, é indicios de *hierro y sílice*. Su reaccion es sensiblemente alcalina.

Las sustancias orgánicas de la saliva son la *albúmina*, la *caseína*, *una grasa fosforada*, y la *ptyalina*, que tambien es materia azoada.

Por la ebullicion se enturbia y forma espuma. Por el reposo se forma un depósito flocomoso; el líquido queda claro, y deja de ser filamentososo entre los dedos.

No se enturbia por los álcalis, y si por los ácidos. Precipita por los nitratos de plata, plomo y mercurio, así como por el cloruro mercurico. Abandonada á sí misma, se enturbia, y al fin entra en putrefaccion, dando el olor fétido igual al de las sustancias orgánicas azoadas. Toma por cloruro férrico un color rojo, que se atribuyó á un ácido particular *ácido sanguíneo* y que en realidad se debe al sulfocianuro potásico.

Análisis de la saliva: empíezase por evaporar cierta cantidad de líquido, y la pérdida de peso nos dá el *agua*. Tratado el extracto obtenido por el éter, se disuelve la *materia grasa* y la evaporacion de los líquidos etéreos nos dá su peso. El residuo que entonces nos queda consta principalmente de *albúmina y materia mucosa*.

Otra cantidad igual de saliva filtrada, y evaporada oportunamente, precipita mediante el alcohol la *ptyalina*, impurificada con algo de materia extractiva.

Para venir en conocimiento de la naturaleza y cantidad de sustancias minerales, evapórese á sequedad cierta cantidad de saliva, incinérese la masa y luego analícense por el método ordinario los ácidos y las bases que contienen las cenizas, á tenor de lo que dijimos al hablar del análisis de las aguas en general.

Caractéres de la ptyalina : es incolora, transparente, soluble en agua tibia, á la que comunica consistencia y viscosidad. Dicha disolucion no se enturbia por la ebullicion, y no precipita por la tintura de agallas, ni por el cloruro mercúrico y sales de plomo, por lo cual se distingue de muchas materias animales. Posee la propiedad de transformar rápidamente el almidon en *dextrina* y en *glucosa*, por cuya razon Mr. Mialhe le ha dado el nombre de *diastase salivar*.

COMPOSICION DE LA SALIVA SEGUN WRIGHT.

Agua.	988'1
Ptyalina.	1'8
Acido graso.	0'5
Cloruros de sodio y de potasio.	1'4
Albúmina con sosa.	0'8
Lactatos de potasa y sosa.	0'7
Sulfocianuro potásico.	0'9
Sosa.	0'5
Moco, con ptyalina.	2'6
SUMA.	997'3

Modificase la composicion de la saliva en casos de enfermedad, y con frecuencia se vuelve ácida en lugar de ser alcalina. Los ácidos láctico y acético se encuentran entonces en dicho licor. Otras veces se forman cálculos, verdaderas concreciones en los conductos salivales. Finalmente en algunos casos se cubren los dientes de un depósito llamado *tártaro*, formado por una mezcla de carbonatos y fosfatos térreos con cierta cantidad de materia mucosa, y deriva dicho *tártaro* de una alteracion en la saliva.

ANÁLISIS DEL TÁRTARO DE LOS DIENTES POR VAUQUELIN Y LANGIER.

Agua.	7 ps.
Moco insoluble en el agua y ácidos.	13 »
Fosfatos de cal é indicios de mag- nesia.	66 »
Carbonato de cal.	9 »
Materia orgánica soluble en clorhí- drico.	5 »
	100 ps.

Propiedades fisiológicas de la saliva: además de la influencia mecánica de este líquido en la masticación de los alimentos, tiene importancia bajo el punto de vista químico, por cuanto produce alteraciones sensibles en la constitución de los alimentos, bastando para ponerla de manifiesto sujetar una cantidad de fécula cocida á la acción de la saliva, en cuyo caso se observa que rápidamente se transforma en dextrina, y luego en azúcar de uvas.

No cabe duda que esta propiedad reside singularmente en la *ptyalina*, de la que antes nos hemos ocupado, pero no debemos perder de vista, que si la saliva se acidula, carece ya de acción sobre la fécula. De donde se deduce, que la acción de la *ptyalina* es muy poco duradera, en cuanto al llegar al estómago el bolo alimenticio, aparece como dominante la acción del jugo gástrico, que embarga las propiedades de la saliva por los ácidos que contiene.

JUGO GÁSTRICO.

Llegados al estómago los alimentos, empiezan á sentir el influjo del jugo gástrico, que se produce en las paredes mismas de esta viscera durante la permanencia de las substancias alimenticias, cesando por completo su secrecion cuando se halla desprovisto de ellas.

Caractéres : cuando filtrado para separarle las materias extrañas que le enturbian, es un líquido claro y bastante flúido, de olor particular que recuerda el del animal de que procede, y sabor salado sensiblemente ácido. Por la ebullicion se enturbia ligeramente. El tanino y las sales metálicas lo enturbian tambien. Repuesto convenientemente puede conservarse por espacio de meses y años, sin perder sus propiedades fisiológicas.

Composicion : el jugo gástrico consta de *agua*, *sales*, *materias orgánicas*, entre las que figura en primera línea la *pepsina* y un *ácido libre*.

Determinanse las *sales* y el *agua* por los métodos indicados en la saliva.

Las sales son principalmente *cloruro sódico* y algo de *sulfato*, nunca *carbonato* ni *fosfato*. Además contiene *fosfato* y *carbonato de cal*, y á veces aun *sulfato* y *cloruro* de esta base. Varian poco las sales del jugo gástrico en los diferentes animales.

En cuanto á la *pepsina*, están conformes los fisiólogos en que es el principio activo del jugo gástrico, careciendo de importancia las demás substan-

cias orgánicas extractivo-mucosas que la acompañan. Por su importancia en la quimificación de los alimentos, se llamó *quimosina*, así como por Payen habia recibido el nombre de *gasterasa*. Por su composición es materia sulfuro-nitrogenada.

Obtiénese la *pepsina*, filtrando el jugo gástrico, despues se le trata por 10 ó 12 veces su volúmen de alcohol rectificado, en cuyo caso la pepsina se precipita bajo la forma de una materia, que desecada forma $\frac{1}{1000}$ del jugo gástrico empleado. En este estado contiene solo pequeña cantidad de albúmina precedente de los alimentos.

Cuando seca, se presenta en forma de pequeñas escamas translucidas, agrisadas, muy solubles en el agua acidulada, bastante solubles en el agua pura y alcohol débil, pero insolubles en el concentrado.

Se parece á la *albúmina* por su aspecto, pero se distingue, porque precipitada por el alcohol, se redissuelve en el agua, lo que no hace la albúmina. Por otra parte, la pepsina no se coagula tan fácilmente por el calor.

Distínguese tambien de la *ptyalina* ó diastase salivar, en que aquella coagula la leche sin necesidad de la intervencion de ácido alguno, lo que no hace la ptyalina.

Creyóse antiguamente que la *reaccion ácida* del jugo gástrico se debia al bifosfato de cal, y no á un *ácido libre*, pues no determina efervescencia en contacto de la creta. Bernard y Barreswil pusieron de manifiesto que dicho fenómeno no se notaba por ser

débil el ácido, pero que evaporado oportunamente el jugo gástrico á fin de concentrarlo, era muy sensible. Por otra parte el jugo gástrico disuelve el fosfato de cal neutro, que sabemos es insoluble en el bifosfato de cal.

Hoy dia nadie duda de la presencia del *ácido láctico libre* en el jugo gástrico, así como no se ha confirmado la del acético y butírico, que algunos habian anunciado.

Respecto al *ácido clorhídrico*, que realmente se ha extraído del líquido en cuestion, parece que solo pasa al recipiente al fin de su destilacion, lo cual tiende á demostrar que es producido por la accion del mismo ácido láctico sobre el cloruro sódico del jugo gástrico; con todo, no es una quimera el suponer que alguna cantidad de este cloruro puede descomponerse durante la misma digestion, segun opinan algunos autores, dejando libre una pequeña cantidad de dicho ácido.

COMPOSICION DEL JUGO GÁSTRICO POR MR. BLONDLOT.

Agua.	96'71
Bi-fosfato de cal.	0'60
Cloruro cálcico.	0'32
— sódico.	0'16
— amónico.	0'36
Materia orgánica, pepsina, ácido láctico, etc.	1'80
Perdida.	0'05
	100'00

Propiedades fisiológicas del jugo gástrico: háse observado que este líquido no afecta la composición de las sustancias amilaceas ó feculentas y que en cambio las albuminóideas son perfectamente modificadas ó digeridas por su acción. De ahí el que se consigne, que esta se dirige sobre las materias azoadas, ó principios inmediatos plásticos. Lo primero que hacen estos cuerpos en contacto del jugo gástrico es hincharse, y ponerse transparentes, mas tarde se desagregan, y al fin se disuelven. Los principios que determinan esta alteración son la *pepsina* y el *ácido libre*.

Para probar esto, tómese jugo gástrico, neutralízese con alcalí ó carbonato alcalino, y las propiedades digestivas disminuyen considerablemente, y vuelven á desenvolverse por la adición del ácido. Es de advertir sin embargo que no es este el único elemento activo del líquido que nos ocupa, por cuanto calentando hasta la ebullición, pierde completamente sus propiedades, puesto que se precipita la mayor parte de la *pepsina* coagulada.

Aunque el láctico es el ácido dominante, sino el único del jugo gástrico, está probado que los demás ácidos producen en general el mismo efecto sobre las sustancias alimenticias. Esto explica el por qué ciertas sales que se introducen en la economía no perturban los fenómenos digestivos, aunque puedan ser desalojados sus ácidos por el láctico del jugo gástrico.

LECCION XXXVII.

Del jugo pancreático y de la bilis, sus caractéres, su composicion y medios de comprobarla; propiedades fisiológicas de cada uno de estos líquidos.—Análisis de los calculos biliares.

JUGO PANCREÁTICO.

Impregnados los alimentos de jugo gástrico, y sensiblemente modificados por la accion de los ácidos que éste contiene, pasan del estómago al *duodeno*, donde se acumulan simultáneamente el jugo pancreático y la bilis, bajo cuya influencia se completa la quimificacion de los alimentos. De manera, que podemos definir el *quimo*, diciendo: que es el conjunto de los alimentos, transformados sucesivamente por la accion de la saliva, de los jugos gástrico y pancreático y de la bilis, en cuyo estado recorren el intestino delgado.

Ya dijimos en la leccion anterior que las substancias sulfuronitrogenadas como la albúmina, fibrina, caseina, etc., eran las mas esencialmente modificadas, disueltas, ó digeridas por el jugo gástrico, el cual apenas afecta á las substancias amiláceas y grasas.

El jugo pancreático y la bilis se encargan de mo-

dificar á estas últimas sustancias convirtiendo la fécula en dextrina y en azúcar, y emulsionando las materias grasas que desde entonces son absorbibles.

A medida que las sustancias alimenticias más ó ménos modificadas recorren el intestino delgado, son absorbidos los principios nutritivos por vasos oportunamente dispuestos que los conducen al torrente general de la circulacion sanguínea.

Naturaleza química del jugo pancreático: este líquido es segregado por el pancreas, glándula situada junto al estómago, cuyos impulsos parece obedecer; ya que apenas funciona cuando cesa la digestión.

Preséntase dicho líquido incoloro, viscoso, que forma espuma por la agitacion, sin olor característico, sabor ligeramente salado que recuerda el del suero de la sangre. Su reaccion es constantemente alcalina, y de ahí la facilidad con que emulsiona las grasas, saponificandolas sensiblemente.

Calentado el jugo pancreático, se coagula por completo, sin dejar una sola gota de líquido. También se coagula por la accion de los ácidos nítrico, sulfúrico y clorhídrico concentrado, así como resiste la de los ácidos láctico, acético y clorhídrico débiles. De ahí el que se considerase por algunos el jugo pancreático como un líquido albuminoso; sin embargo tiene propiedades distintas, pues si coagulado por el alcohol y desecado se trata con agua, se disuelve fácilmente, lo cual no hace la verdadera albúmina.

Consta el jugo pancreático de 91'28 por 100 de agua, y 8'72 de materias sólidas. Estas producen

8'28 por 100 de cenizas que abundan en carbonatos alcalinos, á mas de los cloruros, fosfatos y aun sulfatos de sosa principalmente.

En cuanto á las materias orgánicas, prescindiendo de la *osmazoma* y un poco de *caseína*, la materia albuminoidea figura en cantidad de 50 por 100 del residuo seco.

Con estos antecedentes no es extraño que el líquido que nos ocupa, sea de los mas alterables que se hallan en la economía, pues al cabo de pocas horas de extraído entra en plena putrefaccion.

Propiedades fisiológicas del jugo pancreático:
aunque ya hemos indicado que este líquido se distingue por sus propiedades alcalinas, conviene advertir que es mucho mas activo que la bilis y demás líquidos del aparato digestivo para la transformacion de las grasas. Mr. Bernard ha puesto de manifiesto la accion instantáneamente emulsionante de este líquido sobre la manteca, aceites, etc., de modo que pierden sus propiedades, y aun su composicion, pues aparecen libres los ácidos grasos y hay formacion de glicerina.

Háse observado que el jugo pancreático alterado ó inactivo, que tiene aspecto acuoso, y no se coagula por el calor, no emulsiona ó saponifica las grasas, á pesar de conservar su reaccion alcalina, de donde se deduce que la accion del jugo pancreático sobre las materias grasas no es dependiente del álcali, sino de la materia orgánica coagulable que contiene.

BILIS.

Así se llama el líquido que segrega el hígado y que en el hombre y en otros animales se reúne en un depósito especial, vegiga de la hiel, desde donde vá afluyendo al *duodeno*, cuando lo exige la presencia de los alimentos.

Preséntase bajo el aspecto de un líquido viscoso, que llega á formar hebra, de color verde más ó ménos amarillento, olor nauseabundo particular, sabor amargo con resabio dulzaino. Su peso específico es de 1'026. Su reaccion algunas veces neutra, suele ser alcalina, y no es imposible hallarla de reaccion ácida al papel de tornasol.

Aunque echada en agua se precipita, por la agitacion se mezclan bien y produce mucha espuma. Al microscópio deja ver partículas de epitelio. Al aire se altera, y toma olor fétido. No se coagula sino por la ebulicion.

Composicion: se ha considerado por algunos la bÍlis como un jabon producido por la sosa y un ácido particular resinoso y azoado, que Liebig llama *ácido bílico*, lo cual estaria conforme con la idea de Mulder de que la bÍlis está constituida principalmente por la *bilina* que en el fondo se considera como un jabon.

Opinan algunos químicos que no es uno solo, sino muchos los ácidos que existen en la bÍlis, en cuyo caso seria un jabon sódico muy complejo. Es probable empero que algunos de dichos ácidos deri-

van de la accion de los reactivos sobre los naturalmente existentes en la bilis, lo cual hoy dia no puede aun asegurarse.

Además, está comprobada en la bilis la presencia de una substancia grasa, que se halla tambien en la sangre, llamada *colesterina*, así como nadie duda de la presencia de una materia colorante verde que ha recibido el nombre de *biliverdina*, que contiene cantidad no insignificante de hierro, y se asemeja por su composicion á la hematosina, materia colorante roja de la sangre.

Obtencion de la biliverdina: hágase hervir la bilis con su volúmen de leche de cal. El licor se descolora y se forma un precipitado verde que despues de desecado se trata por clorhídrico. Lávasse la masa con éter, y su residuo con alcohol, en el que se disuelve; la tintura alcohólico se trata con éter y se agita; por la evaporacion del éter separado se obtiene casi pura la *biliverdina*.

COMPOSICION DE LA BILIS SEGUN NOEL.

Agua.	98'764
Colesterina.	0'021
Carbonato de sosa.	0'110
Cloruro de sódio.	0'600
Sal amoníaco..	0'016
Sulfato y fosfato de cal.	0'015
Colato, taurocolato y sales grasas de sosa junto con materias colorantes.	0'474
TOTAL.	100'000

Reactivos que distinguen la bilis de otros líquidos animales: segun Pettenkofer puede ponerse de manifesto una pequeña cantidad de bilis en los demás líquidos animales, poniéndolos en contacto de un poco de *azúcar* y *ácido sulfúrico*, que le comunican un color violeta. Conviene añadir al líquido que se examina dos tercios de su volúmen de ácido sulfúrico concentrado, y sin calentarle se le añaden cuatro ó cinco gotas de una disolucion de azúcar de caña hecha con una parte de azúcar y cinco de agua.

El *ácido nítrico* que contiene vapores nitrosos tambien sirve al mismo objeto, pues le comunica un color verde que luego pasa á azul, violeta, rojo y amarillo.

El *acetato neutro de plomo* dá un ligero precipitado que contiene el ácido oleico, el margarico, las substancias colorantes, con indicios de sulfúrico y fosfórico. El licor filtrado y tratado con *acetato triplúmbico*, dá un precipitado muy abundante, que contiene la *colesterina* y un compuesto particular que se llama por Thenard *picromel*.

Propiedades fisiológicas de la bilis: mientras algunos fisiólogos consideran este líquido como un excremento, por cuanto es incapaz de modificar las substancias plásticas, así como las materias grasas en cuyo contacto se pone, otros le atribuyen una influencia marcada en los fenómenos digestivos. Háse observado en efecto que impidiendo el acceso de la bilis al duodeno, mueren los animales, y está probado además que algunos de los principios de la bilis son absorbidos por los capilares y ván á formar

parte de la sangre, debiendo por consecuencia desempeñar algun papel en los fenómenos de la asimilacion, aunque hoy no es bastante conocido.

Cálculos biliares: formáanse algunas veces en la vegiga de la hiel y en los conductos de la bÍlis unas concreciones de tamaño y consistencia varia, que interrumpen el paso de esta secrecion, produciendo accidentes siempre fatales. Unas veces tienen un color pardo y son frágiles y aun deleznales, en otros casos son blancos y de fractura cristalina; observándose generalmente, que cuanto menos duros son, mas abundan en colessterina, de la que algunos tienen mas de 80 por 100.

ANÁLISIS DE ALGUNOS CÁLCULOS BILIARES.

Agua, ó pérdida por desecacion. .	4'878	2'795
Materia soluble en agua y pérdida.	8'210	10'472
Colesterolina.	82'815	76'902
Grasa saponificable.	1'499	7'513
Resíduo soluble en amoníaco. .	0'457	6'834
» insoluble en amoníaco. .	1'553	1'205
Cenizas.	0'588	0'279
	<u>100'000</u>	<u>100'000</u>

Aíslase fácilmente la *colessterina* tratando por alcohol hirviendo los cálculos pulverizados, filtrase el líquido por carbon animal, y se obtiene por enfriamiento del licor una materia cristalina, blanca hermosa, que retiene cierta cantidad de agua fácilmente separable, y es la *colessterina*.

LECCION XXXVIII.

Jugo intestinal, su composición é importancia fisiológica.—Quilo linfa y excrementos en general.

JUGO INTESTINAL.

Así se llama el líquido que segregan ciertos foliculos del canal intestinal. Grandes dificultades ha presentado su estudio , á causa de no poder aislarlo completamente desprovisto de bÍlis y jugo pancreático. Sin embargo algunos prácticos nos describen sus propiedades químicas y fisiológicas , deducidas de estudios hechos sobre este líquido , obtenido practicando ligaduras sobre asas intestinales de las que préviamente se habia expulsado por compresion su contenido, así como estableciendo fistulas intestinales sobre animales , cuya bÍlis y jugo pancreático eran conducidos fuera , por otras fistulas establecidas al intento.

Es un líquido, sensiblemente opalino, que no se coagula por el calor, ni por el ácido acético, que contiene sobre 3'2 por % de materias sólidas. Tratado por el alcohol precipita una materia orgánica, que se redisuelve en el agua pura, y que luego no precipita por los ácidos minerales, ni por el cloruro

mercúrico, por lo que debe tener alguna semejanza con la *pepsina* que vimos en el jugo gástrico.

Aunque no ha sido posible determinar con exactitud la cantidad de jugo intestinal que se segrega en un tiempo dado, se ha observado que cinco ó seis horas despues de la comida se acumula en mayor cantidad en el intestino delgado, y que aumenta notablemente con las bebidas.

Propiedades fisiológicas del jugo intestinal : segun parece este líquido reemplaza en cierto modo á los jugos gástrico y pancreático, cuya actividad va disminuyendo á medida que recorren el intestino delgado. Efectivamente se ha observado que á pesar de tener reaccion alcalina, disuelve la carne, los compuestos albuminóideos y demás sustancias sulfuro-nitrogenadas, disponiéndolas para ser absorbidas, así como determina rápidamente la conversion de la fécula en glucosa. Se ha introducido fécula, harina, asi como clara de huevo endurecida en asas intestinales oportunamente dispuestas, y á las tres horas dichas materias habian sido en gran parte absorbidas. Las sustancias llamadas purgantes, obran segun parece, provocando la secrecion de este jugo, que acumulado en el intestino, dá lugar á evacuaciones considerables, esto es, á la diarrea.

QUILO.

Del conjunto de alteraciones que las materias alimenticias experimentan á medida que recorren el tubo digestivo se forma esa masa complexa denominada *quilo* que podemos considerar como un depósito, donde ván á proveerse de los materiales oportunos los diferentes sistemas de vasos absorbentes.

Creyóse antiguamente que los capilares de los vasos quilíferos eran los únicos encargados de verificar esta importantísima funcion, y de ahí la idea que tuvieron los antiguos fisiólogos, de que el *quilo* contenia el conjunto de materias nutritivas, que procedentes de los alimentos pasaban al torrente de la circulacion para suplir las continuas pérdidas de la sangre. Mas un estudio detenido de este líquido y los diferentes análisis practicados por químicos de nota, han puesto en evidencia, que la mayor parte de las substancias que sirven para la renovacion de los tegidos, casi todas las substancias plásticas, y aun las amiláceas y azucaradas son absorbidas por los capilares de las venas de los intestinos y recorriendo el llamado *sistema de la vena porta*, despues de experimentar algunas modificaciones en el hígado, pasan á la aurícula derecha del corazon, de allí al ventrículo correspondiente, para sufrir inmediatamente la accion del aire en los pulmones.

De manera es, que el *quilo* contiene principalmente las substancias grasas emulsionadas que los

vasos quilíferos absorben directamente del intestino delgado, donde terminan sus últimas ramificaciones, que algunos fisiólogos han comparado con las espongiolas de las raíces de los vegetales.

Antes de pasar el quilo por las glándulas del mesenterio, tiene propiedades y composición distinta que cuando en aquellas se mezcló parcialmente con la linfa, cuya naturaleza pronto estudiaremos. En efecto, según Emmert ha observado, y han repetido diferentes químicos, el quilo al salir de los intestinos es blanquizco, se coagula difícilmente, y su coágulo que es blando, casi carece de fibrina, con la circunstancia de que por el contacto del aire no toma color rojo, como lo hace el quilo del canal torácico.

Tomado el *quilo* en este punto desde donde pasa á la vena subclavia izquierda para entrar á la aurícula derecha del corazón, presenta caracteres muy distintos, pues en los ganglios mesentéricos se ha mezclado con la linfa, que conforme veremos luego, contiene gran cantidad de fibrina y albúmina, como que consta de los mismos principios que la sangre, abstracción hecha de los glóbulos rojos.

Estudiado *el quilo del canal torácico*, al que se refieren la mayor parte de las descripciones que de este líquido orgánico hacen los fisiólogos, se presenta más ó menos lechoso, según tenga mayor ó menor cantidad de grasa, toma por el contacto del aire un color rojizo en su superficie, se coagula como la sangre dividiéndose en dos partes, la una líquida que es el *suer*o, y la otra sólida elástica que constituye el *coágulo*.

Examinado al *microscopio*, permite distinguir claramente dos clases de glóbulos, formados los unos por la materia grasa, y los otros por la materia plástica ó sulfuro-nitrogenada, que son por lo tanto muy parecidos á los verdaderos glóbulos de la sangre, salvo el color.

Los primeros aparecen como pequeñas gotas redondeadas, diáfanos, y de volúmen variable, con los bordes oscuros. Los segundos son granosos, muy parecidos á los de la *linfa*, tanto mas abundantes, en cuanto escasean los de grasa.

Cuando el *quilo* se coagula, se presenta en la superficie del suero una capa de materia grasa, tanto mas abundante, en cuanto era mas lechoso al salir del animal.

ANÁLISIS DEL QUILO DE UN CABALLO.

Agua.	928'000
Grasa.	10'010
Albúmina.	46'430
Fibrina.	0'805
Hematosina.. . . .	indicios.
Materias extractivas y ptyalina. .	5'320
Sales, cloruros, lactatos, fosfa-	
tos, etc.	8'400
Total.	998'965

Dijimos al hablar de las propiedades fisiológicas del jugo pancreático, que era tan enérgica la propiedad emulsionante de dicho líquido sobre las ma-

terias grasas, que Mr. Bernard habia puesto de manifiesto la formacion de alguna cantidad de oleato, estearato y margarato de sosa dentro del intestino delgado, asi como la separacion de glicerina. Si bien es verdad que estas materias pueden en gran parte ser expulsadas en forma de excrementos, tampoco se resiste el admitir que pueden ser absorbidas por las venas intestinales, para formar parte de las materias jabonosas que existen en la bilis; tanto mas, cuanto que, segun llevamos dicho, se encuentran en dicha secrecion los ácidos grasos mencionados, precipitables por medio de las sales plúmbicas.

LINFA.

Así se llama el líquido contenido en los vasos linfáticos, y que tiene más ó ménos analogía con el quilo, segun el punto de la economía de donde se toma.

Todavía no está terminantemente resuelta la cuestion de si los vasos linfáticos que absorben materias varias en el conducto intestinal, se hallan ó no en comunicacion directa con los capilares de las venas, que es lo que han supuesto algunos fisiólogos. Si dicha comunicacion no existe, es indudable que la albúmina y fibrina de la linfa son absorbidas directamente del tubo intestinal; si por el contrario se hallan en comunicacion unas y otras estremidades de dichos vasos absorbentes, es muy fácil darse cuenta de la composicion de la *linfa*.

En efecto, hállanse en esta casi todas las materias que figuran en la sangre, á escepcion de los glóbulos; representa, por decirlo así, el conjunto de materias líquidas ó solubles de dicho líquido, y aun hay quien la considera como sangre filtrada por los poros existentes en las extremidades ó espongiolas de los vasos linfáticos.

De aquí resultaria que en la *sangre* deben hallarse todas las materias, que existen en la *linfa*, ó lo que es lo mismo que la *sangre* debe constar de *linfa* mas *globulos sanguineos*.

El análisis químico de estos líquidos hace admisibles estas ideas, que por ahora no han podido verse confirmadas en el terreno de la anatomía microscópica, á pesar de la perfeccion de los medios de que hoy dispone la ciencia.

Es de advertir, sin embargo, que la naturaleza y singularmente la estructura de la *linfa* varia bastante, segun que la estudiemos antes ó despues de pasar por las glándulas del mesenterio, donde, conforme llevamos dicho, tiene cierto contacto con el quilo, y por lo mismo aumenta en su masa la cantidadde glóbulos grasos, disminuyendo proporcionalmente la cantidad de fibrina. La *linfa* quilífera ó sea la que podemos recoger entre las glándulas mesentéricas y el canal torácico, debe ser muy diferente de la *linfa* y quilo primitivos que son en realidad sus componentes inmediatos.

Preséntase bajo la forma de un líquido lechoso, ligeramente amarillento, de olor característico. Se coagula fácilmente lo mismo que la sangre. Exami-

nado al microscopio, se vén en su masa células linfáticas, glóbulos grasos y algunos glóbulos de la sangre. Por la naturaleza de los principios que la constituyen, no tiene la linfa nada de particular.

EXCREMENTOS.

Son una mezcla muy variable de los cuerpos inabsorbibles que figuran en los alimentos animales, con otros absorbibles que se hallan á veces en cantidad escésiva en los intestinos, y además todos los productos de la alteracion ó degeneracion, asi de las sustancias alimenticias, como de los líquidos orgánicos que toman parte en la digestion.

Se habia supuesto que el intestino grueso segregaba un líquido especial que figuraba constantemente en los excrementos, asi como se ha hablado de una materia cristallizable *excretina*, que al parecer solo se ha hallado en los excrementos humanos y á la que no se ha dado importancia.

Figuran tambien entre los excrementos *algunos gases* que constantemente se hallan, aunque en proporciones varias, entre los residuos de la digestion, y son el hidrógeno puro, el carbonado y el sulfurado asi como el nitrógeno y el ácido carbónico. Creyóse que no desempeñaban funcion alguna importante; sin embargo algunos prácticos, y entre ellos Monsieur Guerard, suponen que contribuyen á conservar cierto estado de dilatacion ó hinchazon en los intestinos, que favorece el curso de las materias alimenticias, facilitando asi los fenómenos de la absorcion.

La *orina* se puede considerar como un excremento líquido, pero generalmente se estudia entre las secreciones, que es donde las estudiaremos nosotros.

LECCION XXXIX.

Del mecanismo y principales fenómenos de la absorcion en los animales.—De los cambios de estructura y de composicion química que experimentan los cuerpos desde que salen del tubo digestivo hasta que entran en el torrente general de la circulacion.

En la leccion última hemos visto que las materias existentes en el quilo primitivo, (llamando así el líquido de los vasos quilíferos que directamente comunican con el intestino delgado), no tenia la misma composicion que el del canal torácico; que la linfa vá cambiando igualmente de estructura á medida que se aproxima al corazon, no faltando químicos que aseguran se trasforma la albúmina de la linfa en fibrina á medida que dicho líquido se acerca al torrente general de la circulacion.

Difícil es resolver estos problemas en el estado actual de la ciencia, y dadas las dificultades que naturalmente ofrece esta clase de observaciones. Sin embargo, con el conjunto de datos que proporcionan los experimentos hechos por algunos fisiólogos;

conocida, aunque no perfectamente, la disposicion de los vasos por donde pasan estos líquidos, gracias á los adelantos de la anatomía microscópica; y atendiendo á la naturaleza y composicion de las substancias absorbidas, no es una quimera el intentar una esplicacion para los principales fenómenos que presiden la absorcion en los animales.

Desde luego se explica satisfactoriamente la diversa longitud que presenta el tubo digestivo de los diferentes animales, segun sea su régimen alimenticio, pues cuanto mas parecidos sean los principios inmediatos de los alimentos con los que constituyen el cuerpo de aquellos, menor es el número y complicacion de las transformaciones que deben exprimentar, como es menor el tiempo que debe invertir el animal en las funciones digestivas, y menor finalmente la longitud del intestino delgado, que en realidad es el laboratorio donde las substancias alimenticias se disponen para la absorcion. Decimos esto, porque hoy dia está fuera de duda, que es escasa, por no decir nula, la alteracion de las materiaa orgánicas en el intestino grueso, como lo es igualmente, que la accion de los *jugos gástrico y pancreático*, que se insinua en el *estómago* y en el *duodeno* respectivamente, donde los alimentos se empapan, por decirlo asi, de dichas secreciones, solo se hace profunda y se completa al correr el intestino delgado.

Por esto en las obras de Fisiología modernas, calcadas como necesariamente deben estar en las observaciones químicas, á las que debe aquella cien-

cia su reciente progreso, observamos una tendencia á no considerar como *quimo* las materias que salen del estómago, y por lo tanto á no llamar *quimificación* la alteracion que en dicha víscera las mismas experimentan; sino que definen al *quimo* diciendo, que es «el conjunto de los alimentos alterados sucesivamente por la saliva, jugos gástrico, pancreático y biliar, no menos que por el jugo intestinal,» y por lo tanto consideran como *quimificación* el conjunto de alteraciones que estos agentes de la digestion producen en los referidos alimentos.

De aquí resulta, que no debe llamarse *quilo* al conjunto alimenticio existente en el intestino delgado, sino al líquido que alcanzó ya lo interior de los vasos llamados por esta razon *quilíferos*. No de otro modo se comprende que el quilo sea un líquido sensiblemente lechoso, que tiene en estado de interposicion perfecta una considerable cantidad de substancia grasa, cualidades que no asisten á la materia ó conjunto de materias que salen del estómago hacia los intestinos.

Respecto á *las causas que determinan la absorcion de los principios inmediatos de los alimentos*, se ha apelado por los fisiólogos á los mismos recursos que se admiten en botánica para explicar la absorcion en los vegetales; de manera que los vasos absorbentes de todos los sistemas, se hallarian en contacto más ó menos directo de las materias absorbibles del tubo intestinal, como las espongiolas de las raices se hallan en contacto de los líquidos de la tierra, de donde sacan su alimento.

Pero es preciso no olvidar que aun en los vegetales, donde al parecer estas funciones son mas sencillas, es tan incomprensible el mecanismo de la absorcion, cuando tratamos de explicarla por las leyes físicas, que los autores han tenido que apelar á la misteriosa *fuera vital*, la cual, si es el mas socorrido de los medios á que el fisiólogo apela, es el que mas evidentemente prueba su impotencia, ó lo imperfecto de los medios de que puede disponer. En efecto, las leyes de la endosmosis y de la capilaridad explican el por qué los líquidos penetran las membranas, tendiendo á llenar espacios vacíos, ó á hacer uniforme la densidad de líquidos que teniéndola diferente, se hallan separados por las mismas; mas no dan satisfactoria cuenta del ascenso de los líquidos por tubos capilares, ó de diámetro más ó ménos considerable, cuando ya se hallan completamente ocupados, ensanchándolos, y exponiendo algunas veces á roturas las paredes de los mismos.

Si se admitiera en fisiología animal, como algunos lo admitieron en la vegetal, cierta polaridad entre los aparatos respiratorio y absorbente, segun la cual los actos del primero escitan y aun obligan al segundo á funcionar, preguntariamos tambien, por qué razon cuando cortamos el tronco de un vegetal arbóreo, perpendicularmente á su eje, á la mitad de su altura primero, y despues junto al cuello ó nudo vital, y sucesivamente en puntos mas inferiores hasta aproximarnos á las esponjolas de las raices; ¿por qué razon, repetimos, los líquidos de la tierra continuan ascendiendo, si ya no existe siquiera el

vegetal de que formaron parte? ¿Por qué razon hecha una ligadura en el canal torácico, y no existiendo ya el estímulo ó escitacion que al parecer determina el aparato pulmonar, sigue la absorcion de la linfa y del quilo, tendiendo con empeño á vencer el obstáculo que le hemos opuesto, segun lo indican el aumento de volúmen de los correspondientes vasos, que apenas puede contener la masa líquida acumulada?

Preciso es convenir en que los fenómenos de la absorcion se hallan aun envueltos con el velo de la obscuridad, así como las causas que la determinan; y que es muy difícil comprender su mecanismo, mientras no conozcamos la verdadera estructura de los vasos absorventes, que es una de las mas árduas empresas de la anatomía microscópica.

Apesar de todo, la observacion nos ha permitido apreciar una multitud de leyes que presiden los fenómenos de la absorcion, de los que ha sacado buen partido en estos últimos tiempos la medicina práctica, tales son las relativas á la naturaleza de las materias absorbidas por cada uno de los sistemas de vasos absorventes, así como á los cambios de forma y de composicion que las mismas experimentan antes de llegar al corazon.

La primera de las cuestiones que conviene resolver, es la relativa á si los cuerpos absorbibles pueden penetrar el aparato circulatorio por cualquiera de los sistemas absorventes, ó si estos tienen la propiedad de elegir á determinadas substancias, dejando como inútiles ó perjudiciales á las otras.

Sin que admitamos en los vasos absorbentes propiedad alguna electiva, hemos de admitir fundados en la experiencia, que los vasos quilíferos absorben y conducen principalmente las materias grasas, segun dijimos en la lección anterior, así como los capilares de las venas intestinales absorben casi indistintamente toda clase de substancias. De donde se deduce, que debemos considerar como vasos absorbentes principales á estos últimos, siendo los quilíferos una especialidad, ó un auxiliar del sistema absorbente considerado en general.

Respecto á los vasos del aparato linfático, ya dijimos se consideraba con fundamento, que no ejercian su accion sobre el tubo intestinal directamente, sino sobre los capilares de las venas, de cuyo contenido absorbían las substancias solubles.

De acuerdo con estos principios están una multitud de observaciones de diferentes fisiólogos y químicos, singularmente de Magendie y Dupuytren, que aseguran haber observado por repetidísimas observaciones, que diferentes materias colorantes introducidas en las vias digestivas no habian sido encontradas en el quilo, y sin embargo, se hallaban en la sangre y en la orina. Una porcion de sales metálicas pudieron penetrar en la sangre de diferentes animales sin pasar por el canal torácico, ó interesando el quilo en escala insignificante, como sucedió con el sulfato de hierro expresamente introducido en la economía de varios animales.

Fácil es despues de lo expuesto, deducir el camino que en general deben seguir las *substancias*

tóxicas, voluntaria ó involuntariamente introducidas en el tubo digestivo, y cuales deben ser en consecuencia las bases que deben tenerse presentes en la adopcion de los *contravenenos*.

Siendo tan corto el camino que generalmente siguen dichas materias para llegar á producir sus perniciosos efectos, toda vez que suelen directamente penetrar los vasos sanguíneos, no hay mas medio que procurar su expulsion antes de penetrar los vasos capilares apelando á los eméticos, ó ponerlos en contacto con alguna substancia, que combinándose con ellos forme, compuestos insolubles, de tal manera que no puedan ser absorbidos.

En esto se funda la prescripcion de la *clara de huevo* para embargar las propiedades venenosas del sublimado corrosivo, la del *hidrato férrico* en abundancia para el ácido arsenioso, la del *cocimiento de café crudo* y en general de *substancias tónicas* para el ópio y preparados de morfina, etc., etc. No obstante es preciso recordar, que en el aparato digestivo se segregan líquidos ácidos, como el jugo gástrico, que sabemos contiene ácido láctico y aun clorhídrico, los cuales son un magnífico disolvente de los compuestos producidos por los mencionados contravenenos. De donde inmediatamente se deduce, que en les mas de los casos, no pueden estos imposibilitar la absorcion del tóxico, sino solo atenuar su accion, dificultar su penetracion en los vasos absorbentes, y dar lugar á que pueda propinarse el emético, á cuya accion benéfica raras veces debemos renunciar.

Respecto á los *cambios de estructura* que las materias absorbidas experimentan durante su curso, se ha observado que el quilo, lo mismo que la linfa, examinados al microscopio permiten ver mayor número de glóbulos no grasientos á medida que adelantan en su curso, despues de pasar por las glándulas del mesenterio. De aquí se ha deducido que éstas tienen la propiedad de organizar en cierto modo la materia albuminosa, convirtiéndola parcialmente en fibrina, y dándole la forma globular que conserva en el canal torácico, donde además posee la propiedad de ponerse roja por el contacto del aire, tomando entonces el verdadero aspecto de la sangre.

Opinan algunos fisiólogos, que estando las paredes de los vasos linfáticos sembrados de redecillas de capilares sanguíneos, pueden ejercer una influencia modificatriz sobre la composicion de la linfa, á medida que adelanta en su curso, cediéndole esta cantidad de fibrina que nos llama la atencion en el canal torácico. De donde resultaria que la fibrina del quilo, como la de la linfa, no procederia de una transformacion de la albúmina sino que seria toda procedente de la sangre.

La resolucion de este problema corresponde indudablemente á la química analítica, pues se hace preciso determinar, si á medida que aumenta la fibrina en estos líquidos, disminuye proporcionalmente la cantidad de albúmina. Si esta se halla siempre en la misma cantidad, deberémos deducir que ha sido ingerida en uno ó en otro punto; si por el contrario disminuye, tendrémos por posible la trans-

formacion; tanto mas, cuanto que la albúmina y la fibrina son sustancias isoméricas, y no tendria nada de maravilloso su transformacion, cuando en la sangre tiene lugar continuamente.

Las sustancias grasas no experimentan modificacion alguna en su constitucion química durante su paso por los vasos quilíferos, pues no existe materia alguna descomponente en su contacto, y por otra parte la experiencia prueba que si dejamos coagular el quilo extraido del canal torácico, sobrenada al suero una capa grasienta, que no observamos en la sangre ni en la linfa, y cuyas propiedades son con corta diferencia las mismas que tenia en el quimo.

En cuanto á las materias absorbidas por los capilares sanguíneos, son profundamente modificadas por los diferentes principios de la sangre anies de llegar al corazon; y como es consiguiente, esta modificacion llega á su máximo en el aparato respiratorio, segun verémos en el estudio particular que de aquel líquido debemos hacer.

A pesar de que el quilo estudiado en el canal torácico presenta notables diferencias comparado con el quilo primitivo, ó sea recientemente salido del intestino delgado, de tal manera que forma un verdadero tránsito á la sangre, no deja de distinguirse de este último líquido, por una multitud de propiedades que vamos á exponer.

1.^a Por la ausencia de la hematosina, que abunda en la sangre.

2.^a Por la forma y volúmen de los glóbulos. Estos son en el quilo mayores y mas redondeados que en la sangre.

3.^a Por la cantidad de materias sólidas que en el quilo es tres ó cuatro veces menor, pues no pasa de 5 á 8 por 100, y en la sangre suelen pasar de 20 por 100.

4.^a Por la cantidad de fibrina que en el quilo es de 1 por 100 y en la sangre llega hasta 7'5 por 100.

5.^a El quilo tiene grasa libre, esto es, separable en el momento de formarse el coagulo, la sangre no permite ver grasa en la superficie del suero.

6.^a El hierro en el quilo existe en un estado de combinacion menos íntima que en la sangre, pues aparece con algunos de los reactivos ordinarios de este metal, al paso que el de la sangre no lo hace, y no está determinada con exactitud la clase de combinacion en que se encuentra.

LECCION XL.

De la sangre, sus caracteres principales.—Glóbulos de la sangre y principios inmediatos que los constituyen.—Caracteres que presenta el suero y el coagulo de la sangre.—Composicion inmediata de este liquido.

SANGRE.

Fisiológicamente hablando, es la sangre un liquido orgánico-animal, donde ván á parar las sustancias alimenticias oportunamente modificadas, para ser luego conducidas á las diferentes partes ú órganos del cuerpo que deben asimilarlas.

Caracteres: estudiada en los animales de escala superior, se presenta de un color rojo mas ó menos vivo segun sea extraida de las arterias ó de las venas; de un olor particular que con frecuencia recuerda el del animal de donde se ha extraido; sabor sensiblemente alcalino nada agradable, y temperatura variable en los diferentes animales.

Luego de salido este liquido de los vasos, por donde circula, se divide en dos partes llamadas *suero* y *coagulo*. El primero contiene los principios solubles de la sangre, predominando la albúmina, y tiene color amarillento, el coagulo tiene un color rojo mas ó menos obscuro, y está formado por una trama

de fibrina, entre cuyas hebras existen interpuestos y como aprisionados los glóbulos sanguíneos, á los que se debe en realidad el color rojo, así de la sangre flúida como del coágulo.

En *estado de vida*, considérase la sangre como una masa líquida, donde se hallan disueltos todos los principios del suero, lo propio que la fibrina, no hallándose en suspension mas que los glóbulos.

La *alcalinidad* de la sangre es debida á la sosa, y es tan necesaria, que si por cualquiera circunstancia desaparece, la vida se hace imposible desde e momento en que la sal sódica formada adquiere reaccion sensiblemente ácida.

El *color* de la sangre, varia segun hemos dicho en los diferentes vasos, y es principalmente dependiente de la naturaleza de los gases que tiene en disolucion, conforme verémos mas adelante. Se concibe fácilmente que durante la vida intra-uterina, sea de igual color la sangre que circula por las arterias y venas del feto, no hallándose sus pulmones en comunicacion directa con la atmósfera.

El *olor* varia mucho en la sangre; parece ser algo mas apreciable en el macho que en la hembra, y se hace mas sensible por la accion del ácido sulfúrico.

La *temperatura* varia tambien, y aunque se dice que por término medio es en el hombre y otros animales de unos 38°, debe considerársela variable por muchas circunstancias, y sobre todo por el ejercicio.

Examinada la sangre *al microscópio* presenta una estructura especial, que si bien pudiera considerarse estraña á los estudios químico-analíticos, es de

suma importancia en la resolución de ciertos problemas de química legal. De ahí el que debamos fijarnos en los glóbulos, así como en el líquido en cuyo seno se hallan estos equiponderantes; tanto mas, cuanto que dichos glóbulos tienen especial su composición, y es muy notable el papel que desempeñan en la respiración.

Además de los glóbulos coloreados se hallan en la sangre otros incoloros, que son glóbulos de linfa, de forma mas esférica y tamaño algo mayor, pues tienen 0'0113 milímetros en vez de 0'0075 que alcanzan los glóbulos rojos. Por cada 400 glóbulos rojos, se halla en la sangre normal uno de blanco, poco mas ó menos. Son mas ligeros que los coloreados, y frecuentemente quedan equiponderantes en el suero, cuando la sangre se coagula. Algunas veces se ven tambien en la sangre pequeños glóbulos de grasa, y aun partículas de epitelio.

Glóbulos de la sangre: no nos ocuparemos mucho de su forma y magnitud, aunque por ellas hayan pretendido algunos llegar á distinguir la sangre humana de la de otros mamíferos, que no deja de ofrecer en la práctica serias dificultades, á pesar de la perfección de los instrumentos de que hoy dispone la ciencia. Nuestro estudio debe tener un carácter esencialmente químico, por lo que nos fijaremos en la composición de dichos glóbulos.

El simple exámen de la sangre y de sus caracteres químicos permite distinguir en los glóbulos, una cutícula exterior, dentro la cual se encuentra una substancia albuminóidea llamada *hematocristalina*.

Aíslase ésta, tratando una cantidad de glóbulos por agua alcalinizada con potasa ó sosa, ó bien con ácido acético débil, que atacan la membrana ó cutícula de los glóbulos y dejan casi libre la hematocristalina. Trátase ésta varias veces con alcohol, hasta que decantado el líquido no precipita con nitrato de plata, en cuyo caso el residuo se sujeta á la acción del éter que disuelve la hematocristalina pura, y se aísla por evaporación. Forma ésta el 18 á 26 por 100 del peso de los glóbulos.

Háse aislado la materia colorante roja de los glóbulos de la sangre, que recibió el nombre de *hematosina*. Su disolución mezclada á una sustancia albuminosa cualquiera y agitada en contacto del oxígeno toma el color de la sangre arterial, modificándose luego. El cloro la descolora fácilmente, el alcohol y el calor la coagulan lo mismo que los ácidos.

Disuélvese la hematosina en alcohol amoniacal, y el líquido resultante evaporado en baño maría, dá una masa de un color rojo obscuro, y aspecto metálico. No se disuelve en frío ni en caliente en agua, alcohol y éter, pero se deja atacar por la esencia de trementina y por el aceite de olivas.

El ácido nítrico la destruye por completo. Por destilación seca dá los mismos productos que la generalidad de las sustancias azoadas; y por incineración cuando es pura no dá mas residuo que óxido férrico.

Obtiénese la materia colorante en cuestión, tratando la sangre desfibrinada por los medios mecá-

niños comunes; por ácido sulfúrico débil, hasta que forma una papilla espesa, pardo oscura. Trátase con un poco de alcohol y déjase escurrir sobre una tela. La masa que queda en la parte superior se prensa y se trata repetidas veces con alcohol acidulado con ácido sulfúrico, que disuelve la *hematosina*, y deja un residuo casi incoloro. Los líquidos reunidos se tratan con amoníaco hasta neutralización, se filtran y se evaporan á sequedad. Se obtiene una masa que consta de hematosina impurificada por un poco de grasa, extractivo y sales; lávase con éter, alcohol y agua sucesivamente, y luego se disuelve en alcohol amoniacal, se filtra, y se vuelve á evaporar.

Háblase en algunos autores de una materia colorante azul *hemacyanina*, y otra roja *hematoidina* que tiene los mismos elementos que la *hematosina* menos el hierro; pero hasta el presente no son bastante estudiadas.

Coagulación de la sangre: uno de los caracteres que distinguen la sangre es, segun dijimos, que luego de salida de los vasos que la contienen, se coagula dando un líquido amarillo verdoso, y una masa sólida-rojiza, que retiene todos los glóbulos. El primero es el *suero* y la segunda forma el *coágulo*. Solo despues de algunas horas están completamente separadas una y otra de estas dos masas que constituyen la sangre.

El *suero* es un líquido viscoso, amarillo verdoso ó rojizo segun que tenga ó no un poco de hematosina, que se coagula por el calor, y que consta principalmente de albúmina y sales; su sabor es salado,

afecta al tornasol, como un álcali, y su peso específico es 1'027. Segun Berzelius el suero de la sangre humana contiene:

Agua.	90'59
Albúmina.	8'00
Extracto de carne y lactato sódico.	0'40
Cloruro de sódio.	0'60
Albúmina modificada, carbonatos y fosfatos alcalinos.	0'41
TOTAL.	100'00

Entre los principios del suero se distingue una materia blanca y ligeramente nacarada llamada *serolina* que se obtiene evaporando el suero hasta sequedad, y tratándolo por alcohol en temperatura de la ebulicion, por enfriamiento del líquido se precipita la materia grasa que nos ocupa. Es fusible á 36°, soluble en éter y casi insoluble en alcohol en frio, y está hoy demostrado que es una mezcla de diferentes materias grasas.

El *coágulo* es una masa roja, de consistencia gelatinosa fuerte. Generalmente pesa mas que el suero, representa una reunion de hebras de fibrina que retienen los glóbulos de la sangre, y su forma indica que se ha ido contrayendo por el enfriamiento.

Obsérvanse en el coagulo capas distintas, y efectivamente las superiores son poco abundantes en glóbulos y sobrecargadas de fibrina, al contrario de lo que pasa en las inferiores, lo cual se explica fácilmente por la menor densidad de la fibrina, que en

el tiempo que transcurre antes de cuajarse, tiende á reunirse en la parte superior. Algunas veces este fenómeno se produce de una manera tan perfecta, que en la parte superior se observa una capa blanquecina, constituida por la fibrina casi pura y se llama *corteza de la sangre*.

La experiencia demuestra que esta corteza se produce mas fácilmente, en cuanto el vaso que contiene la sangre tiene mas altura y menos diámetro. También influye la mayor ó menor abundancia de los glóbulos, pues cuanto mas abundan éstos, mas fácil es la formacion de la corteza.

La relacion entre el peso del *suero* y del *coagulo* de la sangre varia por diferentes circunstancias. Prescindiendo de la influencia que en ello puede tener el estado particular de ciertos individuos, depende de la rapidez con que la fibrina se contrae, así como del temperamento y aun del sexo del individuo. Así la sangre del hombre dá mayor cantidad de coagulo que la de la mujer; y ambos lo dán mas abundante, si su temperamento es sanguíneo, que si es linfático.

En general una cantidad de sangre dá tres cuartas partes de su peso de suero, y el resto es coagulo húmedo, y sin exprimir.

Influyen en la coagulacion de la sangre varias circunstancias. 1.^a La actividad de las funciones vitales; así la de las aves se coagula pronto; con mas lentitud la de los peces y reptiles; en los invertebrados ó no se coagula, ó se verifica con gran dificultad. 2.^a La agitacion favorece la coagulacion ó sepa-

racion de la fibrina. 3.^a El calor, asi como las corrientes galvánicas, favorecen la coagulacion de la sangre. 4.^a En ciertos estados patológicos puede coagularse dicho líquido durante la vida, poniendo en peligro la existencia, ya dependa de una alteracion que experimentan los principios componentes de la sangre, ya de la inflamacion interna del corazon ó de los vasos. 5.^a Algunas sales como el sulfato de sosa, el nitro y otras retardan la coagulacion, con tal que se empleen en proporcion de un sexto del peso de la sangre; los carbonatos y acetatos alcalinos hacen lo propio, cualquiera que sea el grado de su concentracion.

PRINCIPIOS INMEDIATOS DE LA SANGRE VENOSA DEL HOMBRE
(Dumas.)

Coagulo.	{	Fibrina.	3	}	130	
		{	Hematosina.			2
			Materias albuminosas.			125
Suero.	{	Agua.	790	}	870	
		Albúmina.	70			
		Oxígeno, Azoe, Acido carbónico, Materias extractivas, Grasa fosforada, Colesterina, Serolina, Acido oléico, Idem margárico, Cloruro sódico, Idem potásico, Idem Amónico, Carbonato sódico, Idem cálcico, Idem magnésico, Fosfatos de cal de sosa y de magnésia, Sulfato de potasa, Lactato sódico, Sales de ácidos grasos fijos, Idem de ácidos grasos volátiles, Materia colorante amarilla.	10			
TOTAL.					<u>4000</u>	

LECCION XLI.

Diferencias en la composicion de la sangre de los animales.—
Idem en las varias partes del cuerpo de un mismo animal.—
—Idem entre la sangre del hombre y de la mujer.—Degeneraciones de la sangre en caso de enfermedad.—Gases contenidos en dicho liquido.

Prescindiendo de las grandes diferencias que presenta la sangre de los animales de estructura muy sencilla, cuando la comparamos con la del hombre y de los demás mamíferos, puesto que carece de glóbulos de color rojo; y de muchos principios minerales característicos de la sangre humana, y llega á ser en algunas especies un líquido cristallizable por la simple evaporacion, hemos de fijarnos en las que presenta dicho líquido en los animales vertebrados, dependientes ya de su estructura orgánica, ya de la actividad de sus funciones, ya de su régimen alimenticio, ya tambien de la naturaleza del medio en que viven.

Desde luego se observa que en las aves es mas considerable la cantidad de glóbulos sanguíneos, atendida la actividad de sus movimientos, como es muy notable la cantidad de ácido fosfórico libre y combinado en las cenizas de la sangre de las granívoras, y que es procedente de las materias de que

se nutren. Obsérvase en las mismas aves una abundancia de fibrina que corre parejas con la escasez de albúmina, pues, como dijimos en la lección anterior, se considera aquella procedente de esta por algunos autores.

También es de observar que entre los mismos mamíferos, los *rumiantes*, cuyo régimen es esencialmente vegetal, nos ofrecen una sangre mas pobre en sustancias azoadas, y generalmente en glóbulos, que la del hombre, la cual tiene de los últimos menor cantidad que la de algunos *carnívoros* como el perro, segun puede verse en la siguiente tabla, que reasume las principales de estas diferencias, deducidas del análisis químico de la sangre de diferentes animales:

	Hombre.	Perro.	Buey	Cabra.	Oveja.	Gallina.
Agua.	798'40	790'50	799'59	839'44	827'76	793'42
Glóbulos.	116'52	123'85	121'86	85'99	92'42	144'57
Albúmina.	74'19	65'19	66'90	62'70	62'70	48'52
Fibrina.	2'23	1'93	3'62	3'92	2'97	4'67
Grasa.	1'97	2'25	2'04	0'91	1'16	2'63
Fosfato alcalino.. .	0'82	0'73	0'46	0'40	0'39	0'94
Sulfato sódico. . . .	0'20	0'19	0'18	0'26	0'34	0'10
Cloruro sódico. . . .	4'69	4'49	4'32	5'18	4'89	5'39
Oxido férrico.. . . .	0'83	0'71	0'73	0'64	0'58	0'74
Acido fosfórico.. . .	0'20	0'20	0'12	0'12	0'11	0'93
Cal.	0'18	0'07	0'09	0'11	0'10	0'17
Magnesia.	0'01	.....	.....	.....	.....	.....
Silice.	0'04	.....	.....	.....	.....	.....

Es de todo punto imposible admitir que la sangre de un animal cualquiera tenga la misma composición en todas las partes del cuerpo, por lo me-

nos la venosa, pues fácilmente se comprende que la sangre arterial debe tener iguales en cantidad poco más ó menos sus principios constitutivos; pero desde el momento en que atraviesa los capilares, que es cuando se verifica la asimilacion, pasando la sangre á venosa, debe experimentar cambios diferentes en cada órgano, pues no podemos admitir que la sangre venosa que atravesó por ejemplo los riñones, y suministró los materiales de la orina, tenga la misma composicion que la que atrevesó el páncreas y dió lugar á la secrecion del jugo pancreático, que es tan diferente por su naturaleza. El análisis químico ha puesto de manifiesto la exactitud de este principio, que ya hacia presumir el buen sentido.

Es muy notable la diferencia entre la sangre arterial y la sangre venosa del sistema de la vena porta, segun se deduce de la siguiente tabla, deducida del análisis de la sangre de un caballo hecho por Mr. Simon.

	Sangre arterial.	Id. venosa.
Agua.	760'084	724'972
Resíduo sólido.	235'952	257'028
Fibrina.	11'200	8'370
Grasa.	1'856	3'186
Albúmina.	78'880	92'400
Hematosina.	4'827	6'000
Materias extractivas y sales.	6'960	11'880

Tambien presenta diferencias la sangre en los

varios sexos. La del hombre es siempre un poco mas roja que la de la mujer, y algo mas densa. Tratada con ácido sulfúrico, deja percibir un olor de sudor mucho mas pronunciado. Es mas rica en glóbulos y por lo tanto menos acuosa. Por lo mismo que es menos abundante en suero, contiene la sangre del hombre menos albúmina. En cuanto á la llamada serolina, materias extractivas y fibrina, no presentan diferencias notables, segun se desprende de la siguiente tabla :

COMPOSICION MEDIA DE LA SANGRE VENOSA EN LOS DOS SEXOS.

	Hombre.	Mujer.
Agua.	780'00	791'00
Glóbulos.	140'00	127'00
Albúmina.	69'00	70'00
Fibrina.	2'20	2'20
Materias extractivas y sales. .	6'80	7'40
Serolina.	0'02	0'02
Materia grasa fosforada. . .	0'49	0'46
Colesterina.	0'09	0'07
Substancias jabonosas. . .	1'00	1'05
Pérdida.	0'40	0'80
	<u>1000'00</u>	<u>1000'00</u>

Comparando los análisis de la sangre del hombre en estado de salud y en los diversos estados patológicos, se observan diferencias en la naturaleza y cantidad de principios constitutivos, siendo las

mas importantes las que se refieren á la cantidad de *glóbulos* y de *fibrina*.

En las *inflamaciones* ó *flecmasias*, por ejemplo, se observa un aumento considerable en la cantidad de fibrina, segun han demostrado Andral y Gavarret que continua en razon directa de la duracion de la enfermedad; el número de glóbulos no varia mucho, disminuye escasamente, y aumenta algo la co-lesterina. Es de advertir, sin embargo, que en ciertas circunstancias en que aumenta la cantidad de fibrina de la sangre, cambia mucho su naturaleza. Asi es que extrayendo la fibrina de la sangre de un animal mediante las sangrías repetidas, se observa un aumento grande en la cantidad de dicho principio inmediato, pero las propiedades de este cuerpo varian mucho, pues es blanda, poco elástica, soluble aunque lentamente en agua tibia, de modo que es bastante parecida á la albúmina, y se le dió con este motivo el nombre de *pseudo-fibrina*.

En el estado de *plétora*, el número de glóbulos aumenta, y la fibrina no varia.

En la *clorosis*, en las *pérdidas de sangre* y en la *dieta* disminuye la cantidad de glóbulos, y en consecuencia la cantidad de hierro de este líquido.

En la *fiebre tifóidea*, *escorbuto* y en las *fiebres intermitentes*, disminuye la fibrina de la sangre.

En el *cólera*, la sangre se pone viscosa ó espesa, aumentan los glóbulos, pero disminuyen las sales de los mismos. El suero disminuye en la cantidad de agua, pero aumenta la de albúmina. Contiene además una cantidad de urea.

En la *albuminuria*, disminuye notablemente la cantidad de albúmina; la urea aumenta frecuentemente, y suele convertirse parcialmente en carbonato de amoníaco.

Finalmente en algunos estados patológicos, se hallan accidentalmente en la sangre, cuerpos, que en estado normal son eliminados por un órgano secretor. Así vemos frecuentemente en la *ictericia*, aumentarse la cantidad de colessterina de la sangre; en las *retenciones de orina*, como en el *cólera*, aumenta la cantidad de urea; en la *diabetes sacarina*, observamos notable cantidad de azúcar, etc., etc.

Gases contenidos en la sangre: pueden reducirse á tres los gases que se hallan en la sangre, segun se deduce de la última de las tablas de la leccion anterior, y son el *oxígeno*, el *nitrógeno* y el *ácido carbónico*; sobre cuya cantidad y manera de existir ha publicado Mr. Magnus en estos últimos años importantísimas observaciones.

Oxígeno: la primera de las cuestiones suscitadas respecto de este gas, es la relativa á si se halla combinado ó simplemente interpuesto con los principios de la sangre. Desde luego se comprende, que si no está combinado, debe, segun las leyes de la solubilidad de los gases, existir el oxígeno en mayor cantidad en la sangre de los habitantes en países bajos ó al nivel del mar, que en los de puntos elevados, donde siendo la presion menor, debe el oxígeno disolverse en escala menos considerable. Como la presion admosférica puede llegar en algunos puntos del globo á ser solamente de 0'380 me-

tros, que es la mitad de la presion media, resulta que la cantidad de oxígeno de la sangre humana seria en unos puntos la mitad que en los otros, lo cual no es admisible.

Por esto se considera que el oxígeno se halla en estado de combinacion con los glóbulos ó sea con la hematosina de los mismos, pues de otro modo, no se concibe que la sangre venosa pase instantáneamente á arterial por el contacto del oxígeno, cambiando completamente de color. Fúndase para ello en dos consideraciones: 1.^a Cuando se bate en atmósfera de oxígeno la sangre desfibrinada, y se compara la cantidad de gas absorbido, con la que absorbe un volumen igual de suero de la misma sangre, se observa que la primera fija una cantidad de oxígeno doble de la segunda. 2.^a La hematosina tiene gran cantidad de hierro, que es muy ávido de aquel gas, y es muy posible que se halle en la sangre venosa en forma ferrosa, y en la arterial en la férrica, de donde se deduciria que el cambio de color que experimenta la sangre en los pulmones, es debido á la peroxidacion del hierro, y el de los capilares lo seria á la reduccion del compuesto férrico antes formado, á ferroso.

Admítase ó no esta manera de ver, es indudable que el oxígeno se halla principalmente unido á los glóbulos, pero en un estado de combinacion tal, que le es permitido atacar los principios combustibles de la sangre; así como puede desprenderse, por lo menos en gran parte, poniendo la sangre en el vacío. Así se comprende que aquel gas durante la circula-

cion pueda determinar la mayor parte de las transformaciones del organismo.

Acido carbónico: hablando del aire admosférico, dijimos que contenia pequeña cantidad del ácido que nos ocupa, $\frac{4}{1000}$ siendo así que el que salia de los pulmones tenia $\frac{4}{100}$. De aqui deducimos que este gas era producido en el organismo animal y expulsado junto con el vapor de agua.

Se ha dicho que una parte del ácido carbónico puede ser producido por la accion de ciertos ácidos de la economía sobre los carbonatos de la sangre, ó por la descomposicion de los bicarbonatos que pasan á sal neutra. Aun suponiendo que alguna cantidad de aquel gas tuviera el indicado origen, no seria por esto menos cierto que la mayor parte procede de la oxigenacion del carbono de la sangre, y que se halla en estado de simple disolucion.

No se resiste la admision del ácido carbónico libre en la sangre, cuando está probado, que el suero le retiene con alguna avidéz, de modo que batiendo dicho líquido en admósfera de este gas, lo absorve en cantidad muy superior de lo que lo hace un volúmen igual de sangre desfibrinada, que segun hemos visto es mas ávida de oxígeno.

Nitrógeno: este gas se halla en menor cantidad que los dos anteriores, en estado de simple disolucion, del mismo modo que en las aguas minerales, y como en estas, es procedente del aire admosférico. No tiene tanta importancia en las funciones del organismo, como el oxígeno y el ácido carbónico.

TABLA COMPARATIVA DE LOS GASES CONTENIDOS EN LAS SANGRES
ARTERIAL Y VENOSA.

	Sangre arterial.	Sangre venosa.
Acido carbónico. .	62'3	71'6
Oxígeno.	23'2	15'3
Azoe.	14'5	13'1
	100'0	100'0

LECCION XLII.

Mecanismo de la respiracion animal.—Alteraciones químicas de la sangre durante esta funcion.—Origen del calor en los animales.

Respiracion : con este nombre se conoce ordinariamente la funcion que desempeñan los pulmones, en virtud de la cual se fija á la sangre el oxígeno, cuya presencia es indispensable en los fenómenos de la asimilacion, desolajándose simultáneamente una gran parte del ácido carbónico, que la misma contiene.

En los animales de escala superior se verifica efectivamente esta funcion en los pulmones, pues el contacto del aire con la sangre por la piel es casi nulo. Al contrario en los de estructura mas sencilla,

es mas considerable la penetracion del aire por la superficie del cuerpo, de manera que la respiracion pulmonar es muy escasa.

Pruébese la respiracion cutánea de los animales, introduciendo su cuerpo en espacios limitados, teniendo la precaucion de que la cabeza esté fuera, y no pueda entrar ni salir aire del aposento, caja ó espacio limitado. La composicion del aire varia en el mismo sentido que el que entra en los pulmones. Por otra parte las ranas y otros animales de sangre fria, pueden vivir muchos dias despues de haberles quitado los pulmones ó el respectivo aparato respiratorio.

El conjunto de funciones cutáneas y pulmonares que determinan la fijacion del oxígeno y desprendimiento del ácido carbónico se llama *perspiration*.

Es un hecho comprobado que las celulas pulmonares permiten la endósmosis ó penetracion de los gases, y por lo tanto del oxígeno admósferico, y que disolviéndose éste en la sangre, expulsa el ácido carbónico que este líquido contiene.

Díjose en tiempo de Boyle que el aire penetrando en los pulmones, absorvia de la sangre una materia excrementicia que durante la circulacion venia á concentrarse y se acumulaba en las venas.

Mayow viendo que un animal introducido en una campana cerrada con una membrana, daba lugar á una depresion en la misma, dijo que los animales al respirar producen sobre el aire el mismo efecto que la vela de que nos servimos en la aplicacion de una ventosa, y comparó la respiracion con la combustion.

Lavoisier en vista de estos ensayos y otros muchos que practicó, ya solo, ya en compañía de Laplace y de Seguin establece los principios siguientes:

1.º El aire introducido en los pulmones quema parte del carbono, y lo transforma en ácido carbónico.

2.º Simultáneamente se quema hidrógeno, que se convierte en agua.

3.º La cantidad de nitrógeno del aire no varía por el acto de la respiración.

4.º El consumo de oxígeno y la producción del ácido carbónico varía en los diversos animales, y aumenta la cantidad que de éste sale por los pulmones durante el tiempo de la digestión, así como crece por el movimiento y la agitación.

5.º No puede asegurarse que todo el ácido carbónico que sale de los pulmones se haya producido en este órgano, es posible que una parte se forme durante la circulación, y aun en la digestión.

Si nos fijamos un poco en los principios que acabamos de referir, y consideramos la escasez de recursos con que el análisis contaba en tiempo de Lavoisier, podremos fácilmente persuadirnos de la importancia de los trabajos de aquel célebre químico, así como de las consecuencias deducidas de los mismos, la mayor parte de las cuales están conformes con los principios admitidos por la ciencia en nuestros días.

Segun Lavoisier son tres los reguladores principales de la vida, ó sea de la máquina animal, segun él la llama, á saber: la *respiración*, que de-

terminando en el pulmon y quizás en otros puntos del organismo, la combustion lenta y parcial del hidrógeno y del carbono que contiene la sangre, es un origen continuo de calor indispensable á la vida de los animales; la *transpiracion*, que ocasionando una pérdida considerable de humores, dá lugar á la absorcion de una gran cantidad de calórico que se invierte en el cambio de estado físico de los mismos, é impide en virtud del enfriamiento que esto produce, la acumulacion de calórico en el cuerpo de los animales, que imposibilitaria su existencia; finalmente la *digestion*, que proporcionando agua, hidrógeno y carbono á la sangre, devuelve á la complicada máquina animal lo que pierde por la respiracion y por la transpiracion, arrojando fuera del organismo todo lo que es inútil ó perjudicial en algun concepto.

Aunque esta es exactamente la idea que tenemos hoy formada de semejantes funciones, no por esto han dejado los modernos de aclarar algunas dudas, que no pudieron desvanecerse por el mencionado químico, así como ciertas inexactitudes que se observan en las obras de sus contemporáneos.

Decian por ejemplo, que los únicos productos de la respiracion eran el agua y el ácido carbónico; y aun hubo algun químico que llegó á suponer que el primero de estos cuerpos no era un verdadero producto de la accion del aire, sino que se desprendia de los pulmones por la temperatura que en aquella viscera desenvolvía la combustion del carbono, la cual determinaba su vaporizacion.

Recientes observaciones de varios químicos han puesto en evidencia, que por la respiracion sale cierta cantidad de nitrógeno interpuesto con el ácido carbónico, lo cual no debe estrañarnos, hallándose dicho gas en la sangre segun dijimos en la leccion anterior, donde además indicamos, que procedia indudablemente de la admósfera, y que habia motivos bastantes para suponer que no desempeñaba papel alguno activo.

Efectivamente se han dispuesto admósferas artificiales, donde el nitrógeno se ha sustituido por un volúmen enteramente igual de hidrógeno, y salvando alguna mayor actividad en la respiracion, los efectos fisiológicos de esta han sido enteramente los mismos.

De aquí se deduce, que el papel desempeñado por el nitrógeno en la respiracion, es realmente secundario ó pasivo. Pero hay que observar, á pesar de todo, que cuando algunos animales y singularmente las aves se hallan en estado de inanicion, se observa, segun diferentes químicos, absorcion sensible de azoe, lo cual tiende á probar que en ciertas circunstancias dicho gas toma alguna parte en la asimilacion.

Otra de las cuestiones que no se habia resuelto hasta nuestros dias, es la de si los animales devuelven á la admósfera bajo la forma de ácido carbónico todo el oxígeno que de la misma habian absorbido. Creyóse antiguamente que debian ser iguales aquellas cantidades, pero el análisis ha demostrado lo contrario, siendo hoy fácil explicar la causa de que en

la generalidad de los casos, y sobre todo en los animales de sangre caliente sea menor la cantidad de oxígeno desprendido en forma de gas carbónico, que la absorbida del aire atmosférico. Efectivamente, fórmanse en la economía animal diferentes cuerpos, sólidos unos y líquidos otros, que representan por su composición el conjunto de los elementos que se hallan en ciertas materias alimenticias, mas una cierta cantidad de oxígeno. Estas materias oxigenadas solo pueden producirse fijándose en los alimentos cierta cantidad de oxígeno del que se halla disuelto en la sangre, y explican satisfactoriamente la pérdida parcial de aquel gas cuando se estudia el producto de la respiración.

Varia la relacion entre las dos cantidades de oxígeno, el exhalado y el absorbido, con la naturaleza del régimen alimenticio. En los animales carnívoros se observa que el oxígeno del ácido carbónico exhalado es solamente 66 á 76 por 100 del absorbido; en los herbívoros es de 85 á 95 por 100; en las aves granívoras y en toda clase de animales alimentados solamente con pan ó con granos es de 99 por 100, habiendo llegado, en las gallinas alimentadas solamente con granos, á obtenerse en forma de ácido carbónico mayor cantidad de oxígeno que el que habian absorbido del aire, lo cual parece una paradoja, y sin embargo se comprende, considerando que la fijacion de oxígeno bajo la forma sólida ó líquida, puede compensarse hasta con exceso mediante el oxígeno de ciertas materias alimenticias neutras que por combustion pueden transformarse en

agua y ácido carbónico, cuyo oxígeno entónces se suma con el que procede de la atmósfera.

Es un hecho comprobado que todos los animales de sangre caliente, cualquiera que sea de otra parte su estructura, cuando se someten á una dieta rigurosa, dán bajo el punto de vista que nos ocupa los mismos resultados, y corresponden á los de los animales de régimen carnívoro, lo cual no es extraño si se atiende á que en estas circunstancias, la respiracion se sostiene á beneficio de su propia substancia que es como si dijéramos que tienen un régimen comun.

Finalmente en los animales invernantes, se observa que durante su letargo respiran, pero como sus movimientos son casi nulos, el calor de su cuerpo decrece comparado con el que tenían antes del letargo, y todas sus funciones se reducen á la última expresion. Como resultado de este conjunto de circunstancias, la exhalacion animal es casi nula, pues solo arrojan á la atmósfera una pequeña cantidad de agua en forma de vapor á causa de ser la temperatura de su cuerpo apenas superior á la de la atmósfera, y en cambio se forma gran cantidad de materias no gaseosas, que explican la aparente anomalía de que su cuerpo aumente de peso por la respiracion mientras dura el letargo.

No ha pasado desapercibido á los químicos, que alguna cantidad de ácido carbónico del que se produce en la respiracion sale por el tubo intestinal, mezclado con algo de amoníaco, de hidrógenos sulfurado y carbonado etc., pero es en cantidad tan pe-

queña en los animales de sangre caliente, que todas las apreciaciones que sobre dicho líquido se hagan pueden considerarse como exactas, lo mismo que si aquel desprendimiento de gas carbónico fuese completamente nulo.

Con los antecedentes que llevamos expuestos será muy fácil formarnos ahora cargo de las alteraciones que sufre la sangre por el contacto ó accion continuada del oxígeno, así en el pulmon como en las diferentes partes del cuerpo.

Alteraciones químicas de la sangre durante la respiracion: despues que la sangre ha servido para la asimilacion, vuelve al corazon de donde habia partido, entrando por las *venas cavas* á la aurícula derecha, y de aquí al ventrículo del mismo lado, desde donde se dirige á los pulmones. En estos tiene lugar la verdadera fijacion de oxígeno del aire en la sangre y la simultánea expulsion del ácido carbónico que la misma contenia, de cuya substitution resulta el cambio de color de aquel líquido orgánico.

Si admitimos con algunos fisiólogos que la respiracion se reduce al cambio de color de la sangre, determinado por la endósmosis gaseosa, que tiene lugar al través de la membrana que tapiza las cavidades aéreas del pulmon, no podemos explicarnos el que por la accion del oxígeno atmosférico se produzcan en la economía una porcion de cuerpos mas ó menos oxigenados, algunos de los cuales son expulsados en forma de secreciones, así como otros son asimilados. Si por el contrario, consideramos como productos de la respiracion todos los cuerpos que

resultan de la accion del oxígeno admosférico, cualquiera que sea el punto en donde su formacion tiene lugar, hemos de convenir en que, si bien en el aparato pulmonar puede verificarse la combustion de una parte del hidrógeno y carbono de las substancias que salen luego bajo la forma de agua y ácido carbónico, continuan formándose estos cuerpos durante la circulacion de la sangre por las arterias, y sobre todo se forman en su mayor cantidad los productos oxigenados en los capilares, segun se deduce del estudio analítico de la sangre venosa y arterial durante la grande circulacion, ya se admita, como lo hacen algunos, que en dichos capilares sanguineos se ejerce en su mayor actividad la fuerza vital, ya se considere dependiente del estado de division en que se halla allí la sangre como dicen otros, ó se atribuya finalmente á la presion que experimenta aquel líquido, presion que, como es bien sabido, es capaz de determinar una multitud de acciones químicas, que no tendrian lugar sin su influencia.

Cualquiera que sea la opinion que nos parezca mas aceptable, está fuera de duda que el fenómeno de la *hematosis*, considérese ó no como sinónimo de *respiracion*, es preliminar á las múltiples reacciones químicas ó transformaciones materiales que tienen lugar en el organismo, las cuales se verifican principal, ya que no exclusivamente, en los capilares que articulan ó ponen en comunicacion los sistemas arterial y venoso.

Así se comprende el que careciendo la sangre de ciertos principios inmediatos cuando pasa por las

grandes arterias y venas, ya durante la pequeña, ya durante la grande circulacion, puedan estos segregarse en cantidad considerable en ciertos órganos, ora para desempeñar alguna funcion de la economía, ora para ser expulsados de la misma.

Con respecto al *calor animal*, si bien se ha dicho que en parte podia explicarse por el roce de las vísceras dentro de sus respectivas cavidades, es muy fácil comprender que debe ser insignificante, y aun despreciable este origen de calor, sobre todo si se compara con el que desarrolla la incesante combustion del carbono y del hidrógeno en diferentes puntos del cuerpo de los animales; siendo de notar, que en estado patológico, se observan algunos puntos del cuerpo distantes del aparato llamado respiratorio, considerables aumentos de temperatura localizados, que coinciden con la inflamacion de los capilares sanguíneos, lo cual pone una vez mas en evidencia, que en éstos se producen vivas reacciones químicas, capaces de transformar los principios inmediatos del organismo.

LECCION XLIII.

De la leche considerada como líquido orgánico.—Relaciones entre la composición de la leche y la de la sangre de donde proceden sus principios inmediatos.—De los líquidos del huevo.—De la orina, sus caracteres y composición.

DE LA LECHE COMO LÍQUIDO DEL ORGANISMO.

Ya vimos en la lección anterior que en los capilares de los vasos sanguíneos es donde tienen principalmente lugar los cambios en la composición de las sustancias orgánicas animales, de donde resulta el que cada órgano secretor halle las necesarias para su constitución; toda vez que dichos cambios son distintos en cada uno de ellos. Este principio debemos admitirlo necesariamente, á juzgar por el análisis de los líquidos segregados, por mas que hasta el presente la anatomía no haya podido darnos cuenta de la verdadera estructura de los capilares por falta de recursos para apreciar la forma, magnitud y funciones de aquellos diminutos órganos.

Toda vez que en la sangre no se hallan formados todos los principios que vemos en la leche, es necesario admitir que en los capilares de las glándulas mamarias se produce alguna de ellas. Efectivamente

la *lactina* o *azúcar de leche* no existe en la sangre, pero es muy fácil comprender que se forme bajo la influencia del organismo á beneficio del azúcar de uvas ó de la fécula, dextrina ó de otra cualquiera substancia de composicion análoga. Del mismo modo la caseína se puede producir con los elementos de la albúmina, de la fibrina ó de cualquiera otra de las substancias sulfuro-nitrogenadas, que son sus congéneres. La manteca halla su origen en las diferentes materias grasas de la sangre. Finalmente las sales son por su naturaleza iguales, segun dijimos al hablar de las leches como alimentos, á los que contienen la sangre y otros líquidos del organismo.

No nos ocuparemos mas de la leche porque bajo el punto de vista químico é higiénico la estudiamos en los alimentos. Solo haremos notar que observada con el microscópio, ofrece á la vista una reunion de glóbulos grasos, mucho mas grandes que los de la sangre y del quilo, como que llegan á tener el diámetro de 1 á 3 centésimas de milímetro. Es preciso examinar una capa delgada de este líquido para verlos con claridad, pues en capa gruesa, la caseína los haria inapreciables.

LÍQUIDOS DEL HUEVO.

Es muy diferente la composicion de los huevos de los diferentes animales. Nosotros estudiaremos tan solo los líquidos del huevo de la gallina, no con el objeto de hacer comparaciones con los de los huevos de otras aves, sino para que conociendo sus ca-

ractéres principales, no podamos ser inducidos á error en el estudio de las *manchas de licor espermático*, con las que tienen por su aspecto físico alguna semejanza.

Dos son los líquidos del huevo, á saber: la *clara* y la *yema*. La primera que es en el concepto indicado el mas interesante, es un líquido albuminoso que la mayor parte de los químicos consideran como un principio inmediato puro, por mas que está reconocida en él la presencia de carbonato sódico, cloruro de la misma base y otras sustancias minerales, cuyo peso total alcanza el 3 ó 4 por % de su peso.

No es extraño en consecuencia que la clara de huevo presente en toda su limpieza las propiedades típicas de los líquidos albuminosos, y aun de la albumina pura. Efectivamente, cuando se la bate con una barilla, un palo, ú otro objeto cualquiera, dá lugar á la separacion de unos pequeños copos, produciendo al propio tiempo mucha espuma. Disuélvese en agua pura en todas proporciones, y el líquido resultante precipita por el tanino, produce por el calor abundantes copos de albumina coagulada, y por los ácidos nítrico y clorhídrico se enturbia igualmente, pudiéndose aclarar de nuevo por la adicion de algunas gotas de potasa.

Examinada al microscopio la clara de huevo pura, ó diluida en agua, batida ó sin batir, fresca ó despues de algunos dias de haberse desecado sobre un tejido, no se ven en su masa infusorios de ninguna clase.

En cuanto á la *yema del huevo*, si bien tiene cierta cantidad de albumina, se distingue por la abundancia de materia grasa fosforada, de naturaleza algo parecida á la substancia cerebral por su color amarillo y además por la naturaleza de las sales que deja en su incineracion (1).

ORINA.

Con este nombre se conoce el líquido que se segrega en los riñones, que tienen la propiedad de absorber de la sangre un gran número de materias. Varía su naturaleza en los diferentes animales, y dependen principalmente estas diferencias de la naturaleza de los alimentos.

En los mamíferos carnívoros, además de las materias albuminóideas, y mucilaginosas, y de las substancias minerales, contiene dos cuerpos especiales que son la *úrea*, y el *ácido úrico*. Por término medio, un hombre adulto produce en 24 horas, de 30 á 40 gramos de úrea, que son evacuados por los orines.

Son tan distintos los orines de los animales herbívoros y de los carnívoros, que en algunas obras de química se estudian como si fueran dos líquidos diferentes, y efectivamente los de los herbívoros tienen en suspension carbonatos de cal y de magnesia, al

(1) Hemos tenido necesidad de hablar de la clara de huevo en esta segunda edicion, por habernos decidido á tratar mas adelante de las manchas de licor espermático, de las cuales no nos ocupamos en la primera.

paso que los de los carnívoros son ácidos, claros y contienen mucha *úrea*.

En un mismo animal se han distinguido por algunos tres variedades de orines, á saber: los que se segregan despues de haber bebido gran cantidad de líquido, que son flacos; los que se reunen despues de un tiempo de haber comido bien, que son los mas saturados; y los que se depositan despues del descanso de la noche, que tienen una concentracion intermedia.

En todos los animales mamíferos la orina tiene igual composicion, cuando se hallan en estado de inanicion, pues entonces se nutren todos de su propia substancia.

La cantidad de orines que arroja un animal es variable por muchas circunstancias. Por una parte disminuye á proporcion que aumenta la transpiracion cutánea y pulmonar, y al contrario. De ahí el que sea mayor en invierno que en verano, así como en los paises frios es mas abundante esta secrecion que en los calientes, donde la transpiracion es mayor. Por esto tambien se observa, que en paises calientes son mas comunes las enfermedades de la piel, así como en los frios lo son mas las enfermedades de los riñones.

Hay substancias que aumentan la secrecion de la orina, cuando se introducen en la economía, como las llamadas *diuréticas*, y no es estraño, puesto que avivando la circulacion, aumentan el contacto de la sangre con el órgano secretor. Otras hay que la disminuyen, como las cantáridas, que

en cambio hacen pasar albúmina á los orines.

Segun repetidas observaciones, la mayor cantidad que de orines ha segregado un hombre en estado normal, es de 1656 gramos en veinte y cuatro horas, y el minimum ha sido de 656 gramos.

Los orines del hombre se presentan bajo la forma de un líquido amarillo hermoso, transparente, de peso específico 1'018, y de reaccion sensiblemente ácida, cuando son recientes. Despues de algunos dias se ponen alcalinos, despiden olor amoniacal, y se cubren de una película blanca mucilaginosa, dejando depositar cristales de fosfato amónico magnesiaco.

Ha sido estudiada en estos últimos años la orina con tal perfeccion, ya en estado de salud, ya en el de enfermedad, que de pocos líquidos del organismo tenemos tantos datos relativos á su composicion, como del que nos ocupa. Dejando á un lado los cuerpos accidentales, así como los que se hallan constantemente en dicho líquido, pero en muy pequeña cantidad, debemos fijarnos en la *urea*, el *ácido urico* y las *sales minerales* de la orina del hombre, así como en el *ácido hipúrico* de la orina de los herbívoros.

Urea: cuando los orines se tratan con ácido nítrico, sobre todo si previamente se han evaporado, se forma un depósito cristalino que es de nitrato de urea. Para determinar su cantidad, se trata el residuo extractivo claro, resultante de la evaporacion de una regular cantidad de orina fresca, 500 gramos, por ejemplo, con alcohol, que disuelve la urea, y precipita ó deja insolubles el ácido urico, los uratos

y las sales minerales, la tintura alcohólica cristaliza ya por enfriamiento. También podría convertirse en nitrato que es más cristalizable, y por un pequeño cálculo se deduciría la cantidad de urea pura. Finalmente el nitrato de urea tratado con carbonato de barita, da nitrato de barita, y la urea queda libre; se separa evaporando la masa á sequedad, y tratando por alcohol, que la disuelve pura, y se obtiene por evaporación.

La urea corresponde por su fórmula al cianato de amoníaco, con el cual es isomérica, $C^2H^4N^2O^2 = NH^4O$, C^2NO . Calentando simplemente aquella sal, se transforma casi instantáneamente en urea, por un simple cambio molecular. Prepárase artificialmente por diferentes métodos.

La urea es de los principios orgánicos de la orina el más abundante, pues en estado normal llega á formar la mitad del peso de las sustancias sólidas.

Acido úrico: este queda insoluble cuando tratamos por alcohol la orina evaporada según hemos visto antes. Si se trata aquel residuo con ácido clorhídrico puro, se disuelven las sales y el ácido úrico queda insoluble, y se recoge por filtración, afectando la forma cristalina, en cuyo caso se puede pesar y se sabe la cantidad con diferencia de milésimos.

Preséntase bajo la forma de láminas pequeñas, cristalinas, blancas, suaves al tacto, sin olor ni sabor, enrojece aunque débilmente el tornasol. Se combina con todas las bases, pero los uratos solamente son solubles cuando alcalinos. El ácido

úrico no se disuelve en alcohol ni en éter. Su fórmula es $C^{10}H^4N^4O^6$.

El ácido úrico descompuesto por los cuerpos oxidantes, dá lugar á una multitud de cuerpos nuevos que estudia la química orgánica y que no nos interesan bajo el punto de vista de sus aplicaciones médicas.

Acido hipúrico: existe en la orina de los animales herbívoros, y en la de los niños. Consta de $C^{18}H^8NO^5$.

Se extrae de la orina del caballo, evaporándola fresca hasta $\frac{1}{8}$ del volúmen; trátase por el ácido clorhídrico, en cuyo caso abandonado el líquido, deja depositar cristales de ácido hipúrico impuro. Redisuélvanse en el agua hirviendo con intervencion del carbon animal, y por enfriamiento del licor cristaliza el ácido puro, que se recoje y se puede pesar.

Es bastante soluble en agua caliente, tambien lo es en alcohol, y no en el éter, por lo que no puede confundirse ya con el ácido úrico. Hervido con el bióxido de plomo ó con bióxido mangánico, y ácido sulfúrico dá ácido benzóico. La orina normal del hombre contiene pequeña cantidad de ácido hipúrico pero si con los alimentos se ingiere ácido benzóico, fácilmente se transforma en dicho hipúrico, y se halla en los orines.

Sales minerales: determínase fácilmente la cantidad de éstas, tratando por el fuego en contacto del aire, el producto de la evaporacion de cierta cantidad de orines y haciendo despues el análisis, como lo dijimos al ocuparnos de las cenizas de la leche, de la saliva y demás líquidos del organismo.

ANÁLISIS DE LA ORINA.

Por los métodos que acabamos de indicar se determina la cantidad de *uréa*, de *ácidos urico é hipúrico*, y de *sales minerales* de este líquido. Evaporando á sequedad una cantidad de orines, se fija la cantidad de agua y de residuo sólido. Restando de éste, el peso de los cuerpos antes indicados, *uréa*, *ácidos* y *sales*, se tiene por diferencia el peso de las materias extractivas en conjunto, donde vá incluido el *mucus*, las *partículas de epitelio*, *materia grasienda*, *materia colorante ó purpurina*, *ácido láctico*, *albúmina*. etc., algunos de los cuales, en caso necesario, se pueden detallar cuantitativamente, segun verémos al hablar de los cambios que experimenta la orina en estado patológico.

Así ha llegado Mr. Lehmann á fijar la composicion del líquido que nos ocupa, que es como sigue:

Agua.	.	.	.	.	.	936'26
Urea.	.	.	.	.	.	31'45
Acido úrico.	.	.	.	.	.	1'02
— láctico.	.	.	.	.	.	1'49
Extracto acuoso.	.	.	.	.	.	1'62
— alcohólico.	.	.	.	.	.	10'06
Lactato amónico.	.	.	.	.	.	1'89
Cloruros sódico y amónico.	.	.	.	.	.	3'64
Sulfatos alcalinos.	.	.	.	.	.	7'31
Fosfato de sosa.	.	.	.	.	.	3'76
Fosfato de cal y de magnesia.	.	.	.	.	.	1'13
Mucus.	.	.	.	.	.	0'11
Total.	.	.	.	.	.	<u>999'74</u>

SÉDIMENTOS DE LA ORINA.

La orina normal dá muchas veces depósitos al cabo de algun tiempo, pero antes de entrar en putrefaccion, y son principalmente formados de *uratos de sosa*, de *amoníaco*, y aun de *cal* y *magnesia*.

Si la orina reciente se filtra con cuidado, es posible separar, aunque sea transparente, algunas *partículas epiteliales y mucosas*, que no pueden confundirse con las sales anteriores.

Algunas veces se han aislado en estos depósitos, pequeños cristales de *ácido urico* puro, interpuestos con cristales de las demás substancias.

LECCION XLIV.

Modificaciones que sufre la orina en estado patológico.—Importancia de su estudio en el diagnóstico de ciertas enfermedades.

Una de las modificaciones que presenta á veces la orina es la que ocasiona *la presencia de los elementos de la sangre*, lo cual arguye una contusion en los riñones, ó una afeccion orgánica, ó una lesion en la vejiga, ú otra causa parecida. Si la cantidad de sangre trasvasada es algo regular, llega á formar grumos en la masa de la orina, y se distingue á la

simple vista. Si empero se verifica la coagulacion en la misma vegiga, solo se observa un tinte rosado en el líquido.

De todos modos la presencia de la sangre se descubre fácilmente al microscópio, en cuyo porta-objetos se pone una gota de orina sospechosa. Si empero es muy poco colorada, conviene dejarla en reposo unas horas, despues de las cuales se toma una gota de líquido del fondo del vaso, que dejará ver, además de partículas fibrinosas, alguno que otro glóbulo sanguíneo.

Otras veces contiene la orina cierta cantidad de pus procedente ya de la supuracion del riñon, ó de la membrana génito-urinario, ó de algun abceso de uno de los órganos vecinos.

En este caso, la orina presenta la reaccion ácida ó neutra, si es recientemente obtenida. Despues de algun tiempo, deposita en el fondo de los vasos una capa densa, homogénea, de un aspecto grasiento, y color verde pálido, que se mezcla fácilmente con el resto del líquido, y tratado con potasa, forma una masa gelatinosa, densa, translucida, que puede adquirir consistencia casi sólida. Examinada al microscópio, se presenta bajo la forma de una materia poco viscosa, formada por glóbulos esféricos de mucho menor diámetro que los de la sangre, y casi siempre con varios núcleos.

Si la orina contiene *moco*, la substancia que deposita deja apreciar al microscópio celulas, ya pequeñas y globulosas, ya largas y aplastadas.

A la simple inspeccion deja ver una nube floco-

nosa, más ó ménos abundante segun el grado de irritacion ó de inflamacion del aparato urinario ó de sus anexos; y á veces llega á comunicar consistencia viscosa á la orina. Esta generalmente ofrece en tales casos reaccion alcalina en su conjunto, y si en algun caso es ácida, como la orina normal, se hace sensible la alcalinidad en el depósito que forma por el reposo.

No debe perderse de vista que la orina normal ya contiene, aunque en pequeñísima cantidad, materia mucosa, apenas perceptible, y solo apreciable por filtracion de una gran cantidad de orina, segun ya dijimos en la leccion anterior.

Puede la orina ser *albuminosa* por efecto de trastornos graves en la economía, como sucede en la albuminaria, nefritis albuminosa, ó enfermedad de Bright. Prescindiendo de si la verdadera causa de esta enfermedad es ó no la hipertrofia de las glándulas de Malpigio, como se ha supuesto, es lo cierto que disminuye la cantidad de albúmina de la sangre segun dijimos en la leccion XLI, y en cambio se observa una afluencia de dicho cuerpo en la orina.

Simultáneamente aumenta en este líquido la *uréa*, de la cual una parte se transforma en carbonato de amoníaco, explicándose en su vista el olor desagradable que este líquido tiene algunas veces, aun siendo reciente.

Para poner de manifesto la albúmina en los orines, basta dejar en reposo el líquido, y tratar la capa superior, que queda clara, con ácido nítrico, que coagula inmediatamente la albúmina disuelta.

Si dicho principio orgánico es poco abundante, podrá desaparecer la opalescencia por la agitacion, pero volverá á salir, y con mas persistencia, por la addicion de nueva cantidad de ácido. Es aun mas sensible esta reaccion, si el ácido nítrico contiene un poco de clorhídrico.

Cuando la orina contiene gran cantidad de albúmina, puede por la simple calefaccion coagularse. Es mas sensible el fenómeno, calentando hasta la ebullicion el líquido, al que préviamente se añaden algunas gotas de ácido acético.

Otro de los reactivos recomendados para descubrir la albúmina, es el ferro-cianuro potásico acidulado con acético que precipita completamente la albúmina.

Los orines de enfermos atacados de la dolencia que nos ocupa, dejan constantemente un depósito que contiene, además de las partículas epiteliales y mucosas, alguna cantidad de albúmina coagulada, que vista al microscópio, presenta un aspecto tubular ó vermiforme, bastante característico.

Finalmente, se ha publicado por Mr. Becquerel, un instrumento llamado *albuminimetro*, fundado en la propiedad que tienen las disoluciones albuminosas de desviar el plano de polarizacion de la luz, tanto mas eficazmente en cuanto son mas concentradas. Se parece mucho este instrumento á los sacarímetros, así por su forma, como por su modo de obrar, y ofrecen por consiguiente en la práctica los mismos inconvenientes, que dependen sobre todo del tener que clarificar los líquidos, lo cual no es fácil en todos los casos.

Puede la orina ser *azucarada*, como sucede en la enfermedad llamada *diabetes sacarina*. En este caso, solo el análisis puede dar al médico noticia de los progresos de la enfermedad; y de ahí los varios procedimientos encaminados á fijar la cantidad de glucosa de la orina. A mas de los procedimientos sacarimétricos comunes, como el de Soleil, de cuyos inconvenientes nos lamentábamos hace poco, se conoce el *diabetómetro de Robiquet ó analizador óptico de la orina*, que tiene una forma y base parecidas, llevando en consecuencia las mismas dificultades prácticas.

Pueden emplearse varios reactivos para poner de manifiesto el azúcar en la orina, y aun para fijar su cantidad.

Tómese una cantidad de líquido y evapórese hasta consistencia siruposa en baño-maria, añádase un poco de ácido sulfúrico diluido en seis veces su peso de agua y vuélvase á calentar. Si hay azúcar, la masa se ennegrece ó carboniza, aunque exista en pequeña cantidad.

Recomienda *Trommer* tratar una cantidad determinada de orina por una disolución de *tartrato cúprico potásico*, que en último resultado se parece á los licores cúpricos de Barresvil y de Fehling, de que nos ocupamos al hablar de los vinos. Dicha sal se disuelve en agua, y se fija su riqueza mediante un tanteo con una disolución azucarada, cuya composición nos sea conocida. En este estado, se coloca en una bureta graduada la orina y se va echando en un vaso donde previamente se han colocado 10

centímetros cúbicos de disolución de cobre que oportunamente se calienta.

Cuando todo está descompuesto, se calcula cuanta glucosa hay en la cantidad de orina gastada, por la cantidad de licor cúprico descompuesto, de donde se deduce la cantidad por litro.

Finalmente puede convenir la determinación de si la orina contiene *bilis*. Si existe en alguna cantidad, puede reconocerse por el color amarillo, sensiblemente verdoso. Si es menos abundante, puede tratarse el líquido con éter hirviendo, se agita la masa, y el éter se vá por el reposo á la parte superior, con una tinta verdosa debida á la *biliverdina* que ha disuelto, siquiera en pequeña cantidad. También puede descubrirse la *bilis* por el método de Pettenkofer, de que nos ocupamos al hablar de este líquido orgánico.

LECCION XLV.

De los cálculos urinarios.—Tejido óseo, diferencias que puede presentar, y medios para ponerlas de manifiesto.

Llámanse *cálculos urinarios* unas substancias sólidas, cristalinas, que se depositan algunas veces en la vejiga de la orina, ó en los riñones. Generalmente constan de *ácido úrico*, de *urato amónico*, *fosfato de cal*, *fosfato magnésico-amónico*, y de *oxalato*

de cal. Algunas veces no pueden estas materias reunirse para formar masas considerables, y salen en forma de gránulos, de composicion algo varia que se llaman *arenas*.

Es de todo punto indispensable al médico conocer la naturalaza química de los cálculos, á cuyo fin conviene utilizar el sedimento que depositan los orines, segun dijimos en la leccion anterior. En todos los casos, el nombre de los cálculos revela mas ó menos perfectamente su composicion química; así se llaman.

Cálculos úricos: los que constan de ácido úrico; son amarillos ó rojos con matiz parduzco, presentando en su superficie asperezas redondeadas. Distínguense por su solubilidad en el ácido nítrico, y por el color que toma su disolucion evaporada en presencia de los vapores amoniacales, á causa de producirse una substancia especial llamada *murexida*. Se disuelven muy bien en la potasa. Son muy frecuentes en la especie humana.

Algunas veces el ácido urico se halla combinado con el amoníaco, en cuyo caso son de textura térrea y al tratarlos con potasa desprenden amoníaco, como todas las sales amoniacales.

Cálculos fosfáticos: los que constan de fosfato magnésico-amónico, y á veces de fosfato de cal. Son blancos, y cubiertos de pequeños cristales brillantes. Disuélvense en los ácidos sin efervescencia. Fijase su composicion por los reactivos de las tierras y ácidos correspondientes.

Cálculos murales: los que constando de oxalato

de cal, presentan una superficie desigual cubierta de mamelones redondeados, asemejándose por su aspecto á las moras, de donde toman el nombre. Son frecuentes sobre todo en la tierna edad.

Cálculos cysticos: los que constan de cystina, que es una base orgánica; son cristalinos, amarillos y solubles en ácidos débiles. Son raros.

Cálculos xánticos: los que tienen por base el ácido uroso, llamado tambien xantina ú óxido xántico, cuya fórmula es enteramente igual á la del ácido urico, menos dos átomos de oxígeno. Son formados por capas concéntricas, que no se atacan por el carbonato de potasa, por lo que se distinguen de los de ácido urico. Tambien son raros.

Tambien hay cálculos *fibrinosos* y *silíceos*.

De la naturaleza ó composicion de los cálculos depende la medicacion, que debe contribuir á que se disuelvan cuando formados, y á precaver su formacion. Si los cálculos que se forman son uricos, es consiguiente que la medicacion debe ser alcalina; si por el contrario son fosfáticos ú oxálicos debe mas bien ser ácida, á fin de que se disuelva la materia que los constituye. Cuando se forman cálculos fosfáticos, la orina presenta reaccion alcalina, que en los orines frescos del hombre ya es cosa anormal.

TEJIDO ÓSEO.

Los huesos son las partes sólidas de los animales destinadas á sostener las partes blandas del cuerpo. Varía su magnitud y consistencia con la edad

del animal. Todos ellos están constituidos por sales de cal (*fosfato* y *carbonato*) interpuestos con un tejido cartilaginoso y flexible, que se ha llamado *oseina*, en la cual se encuentran vasos y nervios; existe además una membrana que los cubre exteriormente, llamada *perióstio*.

Los huesos mas grandes ó largos suelen ser huecos, y contienen una materia grasa designada generalmente con el nombre de *médula* ó *meollo*, cuya composicion es distinta de las grasas animales comunes.

Tratados con ácido clorhídrico, se disuelven las sales de cal, dando visible efervescencia el carbonato, y queda un residuo que es la *oseina*. El agua transforma esta substancia orgánica en gelatina por la ebullicion prolongada, observándose que es mas fácil dicha transformacion en cuanto los huesos son de animales mas jóvenes.

Háse suscitado la cuestion de si la *oseina* se halla combinada ó simplemente interpuesta con las sales calcáreas de los huesos. A juzgar por la heterogeneidad de estos cuerpos, no puede existir combinacion alguna entre sí, por mas que alguno que otro químico haya manifestado tendencias á probar lo contrario, fundándose en la constancia de relaciones que se observa entre las cantidades de sales térreas y de *substancia gelatigena* que entran en la constitucion de todos los huesos.

Tambien se ha dicho que la *oseina* separada de las sales calcáreas de los huesos se transformaba en gelatina por la ebullicion con mas rapidez que la

de los huesos, lo cual en realidad no es exacto. Al hervir un hueso, se observa que la capa exterior de *oseina* se transforma rápidamente en gelatina, pero las sales calcáreas de esta misma capa exterior dificultan la penetracion del agua en el centro de la substancia ósea, y las últimas porciones de gelatina son mas difíciles de obtener. En prueba de ello, que si la capa exterior ya penetrada por el agua, se separa mediante un instrumento cortante cualquiera, y se vuelve á sujetar á la accion del agua hirviendo, la transformacion de la *oseina* interior, se verifica con la misma rapidez que lo habia hecho la de la capa exterior.

Esta manera de ver se halla conforme con lo que se observa al tratar los huesos con ácidos débiles, ya sea en pequeño, como objeto de estudio, ó en grande para atender á las necesidades de la industria. En efecto, vemos que los huesos se atacan, las sales calcáreas desaparecen, y queda por residuo la *oseina* ó sea el tejido celular que conserva todavía la forma y la organizacion que tenia en el hueso. Si por el contrario, se tratan los huesos con agua alcalinizada con potasa, la *oseina* se disuelve, y se obtienen capas de materia caliza que conservan la forma del hueso, lo cual no sucederia indudablemente, si dichos cuerpos estuviesen en perfecta ó íntima union.

Hay mas, por la simple coccion de los huesos mediante el vapor comprimido, se extrae la *oseina* convertida en gelatina ó cola comun, obteniéndose un residuo de cal carbonatada, y fosfatada que en

algunos países es la base de otra industria importante, á saber, la preparacion de abonos artificiales, de gran poder fertilizante. Dicho residuo es entonces frágil y blanco como los huesos calcinados, conservando aun la primitiva forma.

Otra de las cuestiones que se han suscitado, es la relativa á si los huesos tienen en todas las épocas de la vida de los animales una misma composicion, ó si la tienen diferente, hasta el punto de poderse explicar por ella la mayor fragilidad de los huesos en la edad adulta.

El análisis químico ha puesto de manifiesto, que la edad no influa en la composicion de los huesos, por cuanto comparando los de los niños con los de los adultos de ambos sexos, se les hallaba formados aproximadamente de unos mismos cuerpos y en las mismas proporciones, con la circunstancia de que las primeras particulas óseas que entran á formar parte de los huesos del feto tienen con corta diferencia la misma composicion; por lo que respeta á la oseina y á las sales minerales, que los huesos de los adultos. De donde se deduce que la causa de la fragilidad de los huesos es dependiente de su estructura fisica, pues con la edad se contrae la materia ósea, se hace mas compacta, y disminuye el espesor de la parte dura del hueso, que de otra parte contiene menos humedad.

Con el fin de poner de manifiesto la uniformidad de composicion de los huesos, ponemos á continuacion una tabla deducida de estudios químicos hechos con el esqueleto humano, que es el mas interesante para nosotros.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS HUESOS DE DIFERENTES INDIVIDUOS
DE LA ESPECIE HUMANA DE EDAD DISTINTA.

NOMBRE DEL HUESO.	Cenizas.	Fosfato cálcico.	Fosfato magnésico.	Carbonato cálcico.
Fémur de un feto de 6 meses.	63'0	58'9	»	5'8
Primeros puntos óseos formados en la materia cartilaginosa de un feto. . .	60'0	»	»	»
Fémur de un recién nacido.	63'0	58'9	0'5	2'5
Fémur de un niño de 18 meses.	61'6	58'0	0'5	2'5
Id. de una mujer de 22 años.	61'0	59'4	1'3	7'7
Id. de un hombre de 30 años.	63'2	57'7	1'2	9'3
Id. de un hombre de 40 años.	64'2	56'3	1'3	10'2
Id. de una mujer de 80 años.	64'6	57'1	1'2	7'5
Id. de una mujer de 88 años.	60'7	53'8	1'3	9'3
Id. de una mujer de 97 años.	60'8	51'9	1'3	9'3

Vemos en efecto por esta tabla, que solo varia en los huesos la cantidad de carbonato calcáreo, lo cual se explica por el régimen alimenticio de los diferentes individuos, pues está observado, que en los huesos de animales correspondientes á órdenes ó á familias, cuyo régimen es hervívoro, es siempre mas abundante el carbonato cálcico que en los de los carnívoros.

Habíase sospechado que las sustancias que en la economía animal se hallan adjuntas á los huesos, ó que los rodean, debían contener en mayor ó menor cantidad esas mismas sales calcáreas que son la base del esqueleto; pero el análisis ha manifestado todo lo contrario, toda vez que aun el perióstio carece casi completamente de fosfato y de carbonato calizo.

Modificaciones en la composicion de los huesos determinadas por un estado patológico :

Las principales enfermedades en que se cambia profundamente la composicion de los huesos son la *carries* y el *raquitismo*. En la primera la materia calcárea es descompuesta, y aunque pareceria natural suponer que la alteracion debia igualmente interesar á la *oseina*, está probado, que ésta persiste, ó apenas se descompone.

En el *raquitismo*, falta en los huesos el conjunto mineral, pero se fija al parecer el tejido orgánico constituido por la *oseina*. Es como si dijéramos un desequilibrio entre los principios minerales y orgánicos que entran en la constitucion de los huesos. Sin embargo la *oseina* se afecta en el *raquitismo*, hasta el punto de que por la ebulicion no se transforma en gelatina, como lo hacen siempre los huesos sanos.

En las *exostosis*, y en la *artritis ó gota*, rigurosamente hablando, es pequeña, por no decir nula, la alteracion de los huesos, toda vez que los tumores óseos que se forman sobre los verdaderos huesos en la primera, así como los cálculos artríticos que se producen en las articulaciones, cuando se desarrolla la segunda, son en realidad cuerpos extraños al verdadero hueso, aunque por su composicion tienen con ellos gran semejanza..

LECCION XLVI.

**PARTE TERCERA DEL CURSO Ó SEA ANALISIS QUÍMICO
TOXICOLÓGICO Y LEGAL.—Venenos minerales más comunes.
—Caractéres que distinguen á los venenos plúmbicos.**

Con el nombre de *análisis químico toxicológico* se distingue aquella parte de la Química analítica, que tiene por objeto dar las reglas para descubrir los venenos, donde quiera que se encuentren. Como es consiguiente, esta rama de la Química es al mismo tiempo parte integrante de la Toxicología general, que seria una ciencia incompleta sin el concurso de los conocimientos químicos.

Apesar de todo, es preciso convenir, en que la Toxicología, tal como se estudia en Medicina, se ocupa con preferencia de la accion que ejercen los venenos sobre la economía, del modo de evitar sus perniciosos efectos, de los síntomas que ofrecen los envenenados, y finalmente de los recursos que la ciencia posee para corregir los trastornos que en el primer momento pudo la substancia tóxica producir.

De tal manera están relacionadas la Química y la Toxicología, que los mas de los problemas, cuya resolucion nos encomiendan los tribunales, exigen el concurso de ambas ciencias; y quizás no esté leja-

no el día, en que los encargados de la administración de justicia, en vez de llamar á los facultativos médicos unas veces, y á los químicos otras, segun creen mas conveniente, estén obligados por la ley á rodearse de comisiones mixtas, en las que sean dignamente representados ambos elementos científicos, ya se llamen *comisiones permanentes de Toxicología*, ya *comisiones médico-químicas*, ó de otro cualquier modo.

Y no se crea que al expresarnos así, tratemos de negar la posibilidad de hallar algun médico que posea los conocimientos y práctica química necesarios para resolver estas cuestiones, pues lo consideramos posible, como lo es igualmente hallar algun químico ó farmacéutico que posea ámplios conocimientos de medicina, por mas que carezca del correspondiente título académico; pero debemos convenir en que ni la generalidad de los médicos conocen las manipulaciones químicas necesarias para el caso, manipulaciones que es imposible posea el que debió pasar la mayor parte de su vida á la cabecera del enfermo, ni los farmacéuticos y químicos pueden tener los conocimientos teórico-prácticos que necesita el ejercicio de la medicina, por mas que tengan una idea del organismo, y de sus principales funciones.

Por lo que toca á la Química legal, no hay duda que es independiente de la medicina, pues nunca hemos sabido ver relacion alguna entre los estudios médicos, y los conocimientos químicos que se necesitan para entender en la composicion de las mo-

nedas, en la falsificacion de los documentos públicos ó particulares, en el reconocimiento de las manchas supuestas de sangre, etc., por mas que en alguna que otra obra de Medicina legal se hable de semejantes materias.

Las substancias que mas frecuentemente se han empleado como venenos, corresponden en gran parte á la naturaleza mineral; las hay sin embargo de naturaleza orgánica. De las primeras, las hay básicas, y corresponden á los dos últimos grupos de la clasificacion de Fresenius, que tenemos ya estudiada; otras son ácidas, y se reducen á los ácidos sulfúrico, nítrico y clorhídrico. Tambien se ha empleado algunas veces el fósforo.

Los venenos de naturaleza orgánica son algunos alcalóides, y además el ácido cianhídrico, de los cuales nos iremos ocupando sucesivamente, empezando desde luego por los venenos plúmbicos.

COMPUESTOS DE PLOMO.

Considérase este metal como á veneno, por la propiedad que tiene de formar compuestos que introducidos en la economía producen graves trastornos. De ahí el que se proscriba su uso para la confeccion de vasijas, que deban emplearse en la coccion de substancias alimenticias; que se castigue severamente la addicion de sus compuestos á los vinos, aunque sea con el objeto de disimular alguna de sus malas cualidades; y que finalmente, se prohiba el uso de los preparados plúmbicos, de co-

lor más ó ménos vivo, para teñir los dulces, así como para decorar toda clase de juguetes.

El reconocimiento de este metal es siempre un problema fácil, si se presenta en forma de sal soluble, en cuyo caso puede directamente precipitarse por uno de los varios reactivos que luego indicaremos. Si empero se presentára libre, ó en forma de sal insoluble, es preciso sujetarle á alguna operacion prévia. Así el metal, como su óxido y carbonato se disuelven en ácido nítrico, dando un líquido primitivo, que contiene nitrato plúmbico. Los demás compuestos se pueden reducir á metal, fundiéndolos con carbonato de sosa ya solo, ya con carbon, en cuyo caso se forma un boton metálico, que disuelto en ácido nítrico, y filtrado el licor, dá un líquido primitivo de igual naturaleza que los anteriores.

Los reactivos que en todos estos casos pueden emplearse para distinguir el metal que nos ocupa, son los siguientes :

El *ácido sulphídrico* produce un precipitado negro de sulfuro, insoluble en los ácidos débiles, así como en los álcalis y en los sulfuros alcalinos. El *sulphidrato amoniaco* dá los mismos fenómenos.

La *potasa* produce un precipitado blanco de sal básica, que se redisuelve, aunque difícilmente, en esceso de reactivo.

El *amoníaco* produce con corta diferencia los mismos resultados, pero los escesos de reactivo no redisuelven la sal básica de plomo. Si el ácido de la sal plúmbica fuese el acético, no precipitaria por el amoníaco puro, sino despues de añadirselo en gran-

de esceso, pues se formaria acetato triplúmbico, que es muy soluble.

El carbonato de sosa dará precipitado blanco de carbonato plúmbico básico, insoluble en esceso de precipitante.

El ácido clorhídrico libre y combinado dará precipitado de cloruro blanco. Es de advertir, que si el líquido primitivo es poco concentrado, no se enturbiará siquiera, por ser sensiblemente soluble dicho cloruro plúmbico.

Como las sales mercuriosas y argénticas tambien precipitan por el reactivo que nos ocupa, conviene no olvidar que el cloruro plúmbico es inalterable por el amoníaco, propiedad que no tienen los otros dos; á mas de que, estos son insolubles en agua fria y caliente, en la que se disuelve el cloruro de plomo, segun ya llevamos dicho.

El ácido sulfúrico y los sulfatos solubles darán precipitado blanco de sulfato plúmbico, apenas redisoluble en la potasa.

El cromato de potasa formará un precipitado amarillo de cromato de plomo, soluble en potasa, y casi inatacable por el ácido nítrico débil. Por estas dos últimas propiedades se distingue el plomo del bismuto, cuyo cromato es tambien amarillo.

LECCION XLVII.

Venenos mercuriales en general.—Caractéres específicos de las sales mercuriosas.

COMPUESTOS MERCURIALES.

El mercurio libre y líquido puede recorrer el tubo digestivo sin producir alteracion alguna. En cambio sus vapores producen en la economía graves trastornos. Los compuestos mercuriales, generalmente hablando, son considerados como medicamentos activos, y los que tienen al metal en la forma mercúrica obran las mas de las veces como venenos. Es preciso, no olvidar que los compuestos mercuriosos pasan algunas veces á mercúricos despues de introducidos en el organismo, dando lugar á modificaciones que pueden burlar los planes del médico.

Compuestos mercuriales hay, que mientras son parcialmente absorbidos, y pasan al torrente de la circulacion, contraen en mayor ó menor escala, íntimas combinaciones con algunos principios inmediatos del organismo, de tal manera que al practicar el análisis toxicológico, no hallando elemento alguno mercurial en los líquidos ó pulpas de las vis-

ceras y vasos pueden ponerse de manifiesto en las paredes de los mismos, donde se fijaron para formar compuestos insolubles. Un ejemplo de esto nos ofrece el cloruro mercurio.

La experiencia prueba que los compuestos mercuriales se encuentran principalmente en el hígado, en el bazo y en los riñones, lo cual debe tenerse en cuenta por el químico-analista en los casos en que debe procederse á la exhumacion ó á la autopsia de un cadáver.

Es siempre conveniente, y algunas veces enteramente indispensable, determinar si un compuesto mercurial que se halla en una víscera, es mercurioso, ó mercurio, á fin de deducir el verdadero origen ó causa del envenenamiento. A este fin, conviene recordar los caracteres distintivos de los óxidos mercurioso y mercurio, así libre como combinado.

OXIDO MERCURIOSO, LIBRE Y COMBINADO.

No se le conoce en forma de hidrato, pues aun los precipitados que dan las sales mercuriosas con potasa, carecen de agua. Preséntase de color gris, y es bastante soluble en los ácidos para formar sales mercuriosas. Su fórmula es Hg^2O , y se llama por algunos protóxido de mercurio.

De las sales mercuriosas, unas se disuelven en el agua, sobre todo si es acidulada, como el acetato y el nitrato; otras son enteramente insolubles, como el cloruro mercurioso. Por la acción del calor se vo-

latilizan constantemente; descomponiéndose algunas, y otras sin alterarse. Si previamente se las mezcla con carbonato de sosa seco, se reducen, y dan lugar á la produccion de una cantidad de vapor mercurial, que se condensa en las paredes del tubo en que se practica el ensayo, y constituye uno de los mejores medios de que en casos dados podemos echar mano para reconocer los compuestos que nos ocupan, toda vez que se forma un depósito gris, compuesto de una reunion de partículas sumamente pequeñas de mercurio, las cuales, si se rozan con una varilla, se reunen formando alguna que otra gotita brillante. Las sales mercúricas hacen lo mismo.

En los casos en que la sal mercuriosa esté disuelta, ó que podamos disolverla, su reconocimiento es fácil, empleando los reactivos siguientes:

El ácido sulfhídrico forma, aunque el líquido sea ácido, un precipitado negro de sulfuro mercurioso Hg^*S , que en presencia de la potasa se transforma en sulfuro mercúrico y metal mercurio; el primero queda disuelto y el segundo separado en forma de un polvo gris, que puede transformarse á beneficio del ácido clorhídrico débil en una reunion de gotitas metálicas, lustrosas. El sulfhidrato amónico hace poco mas ó menos lo mismo, y el exceso de reactivo no redisuelve el precipitado.

El ácido clorhídrico y los *cloruros* forman un precipitado blanco de cloruro mercurioso, que es apreciable aun en líquidos débiles, y que se ennegrece en contacto del amoníaco, segun ya dijimos al hablar de las bases del grupo quinto, por lo que

se distingue de los cloruros de plomo y de plata, únicos que pudieran confundirse con él, toda vez que no hay otros cloruros precipitables.

Los *álcalis* dán un precipitado negro insoluble en exceso de precipitante. Si es la potasa ó sosa, el precipitado es de óxido mercurioso, pero si fuese el amoníaco, el precipitado es de sal básica acompañada de amoníaco ó de una amida.

El *protocloruro de estaño* dá un precipitado, de mercurio pues el metal se reduce por la accion de la sal estañosa que tiende á pasar á estañica.

El *cobre pulimentado* precipita el mercurio de las sales mercuriosas, quedando cubierto de una especie de plateado. Como por el calor éste desaparece, no puede confundirse con los depósitos metálicos que se producen con otras disoluciones de metales fijos, por ejemplo de bismuto. Este carácter es común á las sales mercúricas.

Claro es, en virtud de lo espuesto, que por via seca, así como por la accion del cobre pulimentado, podemos descubrir fácilmente el mercurio, aun en pequeñísima cantidad, pero no podemos deducir el estado de combinacion en que se halla.

LECCION XLVIII.

Caractéres que distinguen las sales mercúricas.—Métodos de Smithson, y de Danger y Flandin, para descubrir el mercurio en las vísceras, cualquiera que sea el estado de combinacion en que se halle.

OXIDO MERCURICO LIBRE Y COMBINADO.

Preséntase el óxido mercúrico bajo la forma de un polvo rojo algo amarillento, cristalino. Cuando es obtenido por precipitacion tiene un matiz algo mas claro, y se habia considerado equivocadamente como óxido hidratado. Su fórmula es HgO .

Combinándose con los ácidos forma las sales mercúricas, algunas de las cuales son volátiles sin descomponerse, como el cloruro y el yoduro, pero la mayor parte se descomponen y lo que se desprende son sus componentes. Las solubles enrojecen el tornasol, y las hay que en contacto del agua se fraccionan como el sulfato y el nitrato.

Calentadas con carbonato sódico en un tubo de ensayos dán constantemente mercurio metálico, lo mismo que las mercuriosas, (véanse); de manera que en esta propiedad se funda el reconocimiento general del mercurio por via seca.

Una vez disueltas se distinguen por los reactivos siguientes:

Con el *ácido sulfhídrico* ó con *sulhidrato amónico*, empleados en muy pequeña cantidad y agitando el líquido, forman un precipitado blanco, que con nuevas adiciones de reactivo, toma matiz amarillento, parduzco, pardo, y al fin negro. Estos cambios de matiz distinguen bien las sales mercúricas, y son debidos á la tendencia que tiene el sulfuro mercúrico á formar compuestos insolubles con la sal que primitivamente estaba en disolucion; así siendo cloruro la sal primitiva, el precipitado blanco consta de un equivalente de sulfuro y dos de cloruro segun Fresenius, y á medida que pardea ó ennegrece vá aumentando la cantidad de sulfuro. Si una disolucion mercúrica tiene un grande exceso de ácido mineral concentrado, solo se forma este precipitado de sulfuro despues de haberlo diluido. El sulfuro mercúrico finalmente es insoluble en sulhidrato amónico, en ácidos nítrico y clorhídrico, pero se disuelve en potasa cáustica.

El *ácido clorhídrico* y los *cloruros* no precipitan las sales en cuestion.

El *amoníaco* precipita de las sales mercúricas una masa blanca formada por la sal primitiva combinada con amiduro de mercurio.

La *potasa* dá un precipitado amarillo rogizo de óxido, insoluble en exceso de precipitante. Si en el líquido primitivo coexiste una sal amoniacal, el precipitado es blanco y de igual composicion al que forma en las sales mercúricas el amoníaco puro, segun antes hemos visto,

El *cloruro estañoso* produce en el primer momento un precipitado blanco en las sales mercurícas, pero con exceso de reactivo se pone gris obscuro. El primero es de *cloruro mercurioso*, pues la sal estañosa pasa á estánica, rebajándose la mercuríca á mercuriosa, y esta en contacto del *cloruro estañoso* produce el precipitado blanco, pero desde el momento en que hay un exceso de sal estañosa, el precipitado se ennegrece, pues como vimos en la lección anterior, las sales estañosas reducen á metal los compuestos mercuriosos.

RECONOCIMIENTO DEL MERCURIO EN LAS VÍSCERAS.

Puede suceder que en un caso de envenenamiento, existan sospechas mas ó menos fundadas de ser mercurial la substancia tóxica empleada, y aun cuando algunas veces podrá reunirse alguna que otra partícula del supuesto veneno, que se sujetará á la acción de los diferentes reactivos indicados antes, será en otras enteramente imposible.

Hay quien recomienda calentar las materias sospechosas, ya solas, ya mezcladas previamente con ácido sulfúrico, en un aparato destilatorio, pero es muy fácil comprender, que no pueden inspirar confianza los resultados obtenidos, toda vez que no puede ser sensible el mercurio en el conjunto de materias destiladas, sino en aquellos casos raros, en que sea muy abundante el compuesto mercurial.

Recomiendan los Sres. *Danger* y *Flandin* desorganizar las substancias, por la acción del cloro ó

por cualquiera otro de los métodos que mas adelante nos ocuparán, y sujetar el líquido claro que resulta á la accion precipitante que el oro ejerce sobre el mercurio disuelto, la cual permite descubrir pequeñísimas cantidades de dicho metal, inapreciables por los métodos ordinarios.

A este objeto toman un pequeño embudo de cristal cuyo pico está doblado en ángulo recto, y estirado á la lámpara, á fin de que termine en un orificio casi capilar. Tómate un matraz, que se carga con el líquido que se analiza, y se invierte de manera que su cuello se introduzca en el embudo. Es claro que cuando este esté lleno de líquido, el pico del matraz quedará inmerso, y dejará de fluir hasta que descendiendo el nivel del licor, vuelva á quedar en descubierto dicho pico. Por otra parte, se hace atravesar el embudo por un alambre de oro, cuyos extremos salen, el uno por el orificio capilar del embudo, y el otro por la abertura superior del mismo. Este extremo se pone en comunicacion con el polo positivo de una pequeña pila, y el otro con el negativo. Fácil es comprender que el líquido del aparato irá cayendo gota á gota hácia un recipiente oportuno, y que el poco ó mucho mercurio que tuviese disuelto, vendrá á precipitarse sobre el hilo de oro, que lentamente irá blanqueando. Terminada la operacion, se forma uno cargo de la presencia del mercurio por el cambio de color del oro, y además porque introducido el alambre en un tubo de ensayos, y calentándolo á la lámpara, dejará desprender el mercurio, el cual formará gotitas en la parte interior.

Algo parecido á este es el fundamento que sirvió á *Smithson* para idear su pila, encaminada á lograr el mismo resultado. Se toma una espiga ó varilla de estaño y se le arrolla en forma de espiral una cinta estrecha y delgada de oro metálico, sujeta por sus extremos ó soldada, á fin de que no pueda separarse, en cuyo caso siendo pocos los puntos de contacto entre ambos metales, el desarrollo de fluido eléctrico seria muy poco sensible. Si se introduce este elemento eléctrico en el líquido que se debe analizar, despues de haberlo acidulado con ácido clorhídrico, las mas pequeñas partículas de compuesto mercurial se descubren, porque el mercurio se deposita sobre el oro, y le blanquea sensiblemente al cabo de algunas horas. Aunque algunas veces el sencillo aparato que nos ocupa, puede introducirse en el líquido sin sujetarlo á operacion alguna previa, es consiguiente que tratándose del análisis de líquidos orgánicos, no podrá prescindirse de la desorganizacion, á fin de hacer la reaccion mas sensible.

Dice Orfila, muy oportunamente, que debe examinarse con cuidado, si la mancha ó depósito formado sobre el oro, es realmente debida al mercurio ó al estaño, que algunas veces se disuelve durante la accion prolongada del ácido clorhídrico, y que puede luego depositarse sobre el expresado metal noble. En casos de duda, basta poner el aparato en contacto del ácido clorhídrico, que disuelve al metal depositado, si es estaño, y no le ataca si es mercurio.

LECCION XLIX.

Venenos cúpricos.—Caractéres que distinguen el óxido cúprico libre y combinado.

COMPUESTOS CÚPRICOS.

Del mismo modo que las vasijas de plomo, debieran las de cobre proscribirse para los usos del arte culinario, pues aunque la práctica ha manifestado que debidamente estañadas no pueden producir malos resultados, tambien es cierto que con el tiempo se gasta el metal protector; en cuyo caso viene á comprometerse la salud de las familias, al menor descuido ó impremeditacion de los criados ó cocineros.

En los países donde las artes químicas están mas adelantadas y donde son medianamente generalizados los preceptos de la higiene, nadie utiliza el cobre para la construccion de vasijas que deban emplearse en la coccion de los alimentos, las cuales se fabrican siempre de hierro, de estaño, de porcelana ó de grés, segun el objeto á que se les destina. Entre nosotros se usa aun bastante el cobre, sobre todo entre las gentes del campo; y no es difícil encontrar entre nuestros campesinos, familias acomodo-

dadas, que ostentan perfectamente pulimentada y limpia, una abundante batería de cocina, fabricada con dicho metal.

Muchos son los envenenamientos á que han dado lugar los compuestos cúpricos, y de ahí el que todas las obras de Toxicología aconsejen medios para evitar su acción perniciosa sobre el organismo, así como los autores de química analítica se esfuerzan en la exposición de los reactivos mas sensibles para ponerlos de manifiesto, donde quiera que se encuentren.

Los venenos cúpricos pueden ser solubles ó insolubles. Estos últimos son facilmente transportados al torrente general de la circulación á beneficio de los ácidos de la economía, lo cual no debe olvidarse al auxiliar á los envenenados, pues la experiencia prueba que están en grave peligro las personas afectadas por venenos cúpricos, aun despues de haberseles suministrado los contravenenos ordinarios.

OXIDO CÚPRICO LIBRE Y COMBINADO.

Cuando libre, se presenta el óxido cúprico bajo la forma de un polvo negro, que no se descompone por el calor. Su hidrato, tal como se precipita de las sales cúpricas por la potasa, es de color azul claro.

Las sales de cobre neutras son generalmente solubles en agua, y á escepcion del sulfato, se descomponen fácilmente todas por el calor. Si la operación se practica al soplete, ya sea en el hueco de un carbon, ya en alambre de platino, se tiñe la llama de un color verde hermoso.

Aunque en estado anhidro son blancas las sales de cobre, sus disoluciones presentan siempre un color azul más ó ménos intenso, y enrojecen sensiblemente el tornasol, aun en estado de perfecta neutralidad. Distínguense por los reactivos siguientes:

El *ácido sulfhídrico libre y combinado* las precipita dando sulfuro negro, cualquiera que sea el estado de neutralización del líquido primitivo. Dicho sulfuro es insoluble en los escesos de sulfhidratos sódico ó potásico, y apenas se ataca por el sulfhidrato amónico.

El *ácido clorhídrico y los cloruros* no afectan estos compuestos, pues el cloruro cúprico es muy soluble.

La *potasa y sosa* forman precipitado azul de hidrato cúprico, que por la ebullición se ennegrece pronto, perdiendo parte del agua que contenía.

El *amoníaco* en pequeña cantidad produce un precipitado igual al anterior, pero es muy redisoluble en esceso de precipitante, dando un líquido claro, azul intenso, hermoso.

Aunque las *sales de níquel* tienen bajo este punto de vista alguna semejanza con las de cobre no pueden confundirse, si recordamos que la base de las primeras corresponde al grupo cuarto de la clasificación de Fresenius, y por lo tanto su sulfuro no resiste la acción de los ácidos, como el cúprico.

El *ferrocianuro potásico* produce un precipitado rojo pardo de ferrocianuro cúprico, que es muy característico. En los líquidos muy diluidos, cuando el

precipitado no alcanza rápidamente el fondo del tubo de ensayos, se vé instantáneamente un color rojizo, que nos permite asegurar la presencia del cobre, aun en pequeñísima cantidad. No puede dudarse que esta reaccion es mas sensible que la determinada por el amoníaco.

Una lámina de hierro pulimentada que se introduce en un líquido, dá un precipitado de cobre metálico, si existe disuelta alguna cantidad de sal cúprica. Aunque se ha ponderado la sensibilidad de esta reaccion, dista mucho de alcanzar la del ferrocianuro potásico.

Todas las sales de cobre se reducen por vía seca en el hueco del carbon, cuando préviamente se les mezcla con carbonato sódico seco. Esta reaccion es importante en el análisis de ciertos compuestos cúpricos insolubles.

LECCION L.

Caractéres que distinguen las sales de cadmio de los compuestos arsenicales.—Envenenamientos por el tártaro emético.—Caractéres de las sales antimónicas.

OXIDO DE CADMIO.

Escasa importancia tiene esta base como sustancia tóxica, ya se considere libre, ya combinada ;

sin embargo, alguna que otra vez pudieran las reacciones químicas de las sales cádmicas dar lugar á equivocaciones acerca la existencia de compuestos arsenicales en los líquidos objeto de análisis, razon por la cual conviene hacer de ellas algun estudio.

Preséntase este óxido bajo la forma de un polvo amarillo parduzco cuando anhidro, y blanco si es hidratado. Las sales cádmicas son blancas en general, y muchas de ellas solubles en el agua; se descomponen todas en temperatura roja. Sus disoluciones se reconocen principalmente por las reacciones que siguen.

Con *sulfido-hídrico* dán un precipitado amarillo de sulfuro cádmico, aunque el líquido primitivo sea ácido, razon por la que puede confundirse á primera vista con el arsénico que lo dá en estas mismas circunstancias de un color idéntico; considérese empero que el sulfuro cádmico es insoluble en sulfuros alcalinos, y se comprenderá con cuanta facilidad pueden, no solo distinguirse, si que tambien separarse unos de otros estos compuestos, despues de precipitados en forma de sulfuro.

Los *álcalis* precipitan de las sales cádmicas el hidrato de óxido, que se redisuelve en esceso de precipitante, si es el amoníaco libre. Los álcalis fijos no le redisuelven.

Por *via seca* se reducen calentadas en la llama interior del soplete, despues de colocadas en el hueco de un carbon, y el metal, que es volátil, se oxigena otra vez por el contacto del aire, dando una aureala amarillo-parduzca, que es característica.

TÁRTARO EMÉTICO.

Desde muy antiguo se considera esta sal como un medicamento activo, pues nadie ignora, que aun al exterior produce los efectos de un revulsivo bastante eficaz, y en las obras de toxicología se dá cuenta de los efectos que produce al interior, efectos desastrosos, que han dado lugar á que el mismo Orfila coloque al emético en el grupo de los venenos.

Pero por mas que sea cierto que ha producido la muerte de diferentes animales en cuyas venas y cavidades serosas se habia introducido en cantidad de algunos centigramos, se ofrecen todavia algunas anomalías, asoman aun ciertas dudas que dán y darán lugar á sérias cuestiones entre los profesores de medicina, mientras no se haga mas luz acerca el modo de obrar de los medicamentos sobre la economía que constituye uno de los tratados mas difíciles, y por esta causa mas atrasados de la medicina práctica.

No cumple á nuestro propósito resolver la cuestion, de si es fundada la sospecha de Giacomini, profesor de terapéutica y de materia médica de Padua, que supone haber sido víctimas de la ligadura del esófago, mas bien que de la accion tóxica del emético, los perros que segun Magendie y Orfila sucumbieron por la accion de los 20 ó 25 centigramos de dicha sal introducidos en su estómago; ó si por el contrario, hemos de calificar de imprudente á dicho Giacomini, y de absurdas sus aseveraciones,

como lo hace Orfila, al dar cuenta de los innumerables ensayos por los cuales ha venido á comprobar la accion venenosa del emético.

Sin embargo, no podemos menos de consignar que estando probado hasta la evidencia que el organismo puede, en determinadas circunstancias tolerar la presencia de considerables cantidades de ciertos medicamentos más ó ménos activos, segun por vez primera lo puso de manifiesto Rasori, y constando por otra parte que el mismo emético produce ó deja de producir el vómito segun la cantidad en que se introduce en la economía, pudiendo esta resistir, en casos dados, dosis considerables de dicha substancia, es muy posible que en los diversos experimentos que se han hecho para estudiar sus propiedades tóxicas, se hayan obtenido resultados muy distintos y aun se hayan visto efectos diametralmente opuestos, por no haber sido iguales las dosis en que se ha empleado, ni la idiosincrasia ó condiciones especiales de los individuos elegidos para hacer estas observaciones.

Dejando á parte estas consideraciones, y entrando en el estudio químico analítico del tártaro emético, que forma nuestro principal objeto, harémos constar que en ningun caso presentará dificultades el descubrir dicha sal, ya en la pulpa del estómago, ya en la materia del vómito, teniendo presentes las propiedades de los compuestos de antimonio, muchas de las cuales se parecen á las de los preparados de arsénico, segun verémos al ocuparnos de los compuestos arsenicales en general, y sobre to-

do de los preceptos relativos al uso del aparato de Marsh y parecidos.

Con todo, hemos de consignar que por complicadas que sean las pulpas del estómago y materias del vómito que se nos presenten, si se descomponen en un pequeño crisol de porcelana, darán una masa, ya carbonosa, ya cenicienta, que tratada por ácido clorhídrico concentrado formará un licor antimonial siempre que existiese el emético, y en este liquido descubriremos el antimonio por los reactivos especiales del óxido antimónico de que nos vamos á ocupar.

ÓXIDO ANTIMÓNICO.

También esta base se parece por algunas de sus propiedades á los compuestos de arsénico, con la circunstancia de que el sulfuro antimónico puede formar con los sulfuros alcalinos, verdaderas sulfosales solubles, y en consecuencia no podemos distinguirlo y separarlo de los sulfuros de arsénico, por el medio que indicamos al hablar de las diferencias entre estos compuestos y el sulfuro cádmico.

De aquí resulta que los puntos de contacto entre los preparados antimoniales y arsenicales son en mayor número; que deben ser también mas numerosas las causas de error por este concepto tratándose del estudio de los venenos arsenicales, y que deben en consecuencia ser estudiados con gran detenimiento unos y otros compuestos, para evitar equivocados dictámenes que comprometerian nues-

tra reputacion, y disminuirían la confianza que deben inspirar siempre los dictámenes de los hombres de ciencia.

Dos son los estados en que puede presentarse el óxido antimónico; anhidro ó hidratado. En ambos estados es blanco y soluble en clórico-hídrico, así como en el tartárico, pero apenas se disuelve en ácido nítrico. La mas comun de las sales antimónicas ó de las formas en que se presenta este metal es la de cloruro, el cual es muy fraccionable por el agua, dando un precipitado abundante de oxiclورو, y quedando disuelto el cloruro ácido.

Generalmente hablando, las sales antimónicas se descomponen por el calor. Las aloideas se volatilizan sin descomponerse, principalmente el cloruro.

Distínguense las sales antimónicas por los siguientes reactivos.

Con *sulfhídrico libre y combinado* dán un precipitado rojo más ó ménos amarillento de sulfuro antimónico, que se redisuelve en esceso del último precipitante, formando sulfo-antimónito. Los ácidos precipitan de esta sulfosal el sulfido de antimonio persulfurado.

Cuando los líquidos antimoniales son muy diluidos, el sulfido de antimonio puede presentar un tinte amarillo, muy parecido al de los sulfidos de arsénico; por esto conviene saber, que el de antimonio es soluble en potasa y en ácido clorhídrico concentrado y casi insoluble en amoníaco, lo mismo que en los ácidos débiles.

Deflagrado con nitro, dá sulfato y antimoniato de

potasa, que son solubles, formando un líquido primitivo, sobre el cual los reactivos del ácido arsénico no producen resultado alguno positivo.

Los *álcalis* precipitan de las sales antimónicas hidrato de óxido de antimonio blanco, soluble en exceso de precipitante si es la potasa, soluble además en ácido tártrico, é insoluble en exceso de amoníaco.

Por *via seca* se distinguen los compuestos antimoniales, por ser reductibles por el carbonato de sosa seco, en cuyo caso dan un boton metálico frágil, sin que se produzca olor aliáceo.

LECCION LI.

Caractéres que distinguen las sales de estaño.—Puntos de semejanza entre los precipitados que el sulfhídrico forma con los compuestos estañicos y los arsenicales.

COMPUESTOS DE ESTAÑO.

Son varias las obras de Toxicología que se ocupan de los compuestos de estaño, como venenos. Orfila los coloca en el grupo de los irritantes, y describe los efectos que producen en el organismo, así como expone los bellos resultados obtenidos con la leche usada como contraveneno. Apesar de todo, y sin negar la acción tóxica de estos compuestos, he-

mos de convenir en que es muy raro su empleo, según lo acredita la experiencia; y se concibe que sea así, considerando su poca actividad comparada con la de otras varias substancias, que se usan en la industria, y cuya adquisicion es siempre fácil á los criminales.

Para nosotros la importancia del estudio químico analítico de los preparados de estaño nace de la posibilidad de ser inducidos á error en el estudio de los compuestos de arsénico, si desconocemos las propiedades de aquel metal, que en la forma estañica, se porta en contacto de algunos reactivos, de un modo parecido á los preparados arsenicales. Y no se crea que es remoto este peligro, pues en las investigaciones químico-toxicológicas trabajamos con frecuencia sobre cenizas de cadáveres que han estado por más ú ménos tiempo inhumados, y es bien sabido que en la fabricacion de los ataúdes, ó cajas mortuorias, figura algunas veces el estaño, ya sea en las charnelas que articulan sus varias piezas, ya en la soldadura de las planchas metálicas con que algunas de ellas se forran.

Al disolverse el estaño, puede tomar dos formas distintas, la de sal estañosa, y la estañica, que vamos á estudiar aisladamente.

OXIDO ESTAÑOSO LIBRE Y COMBINADO.

Preséntase de color gris cuando anhidro, y blanco cuando hidratado. Sus sales son incoloras, y se descomponen en temperatura roja. Su reaccion es

sensiblemente ácida con los papeles reactivos. Tienen á pasar á sales estañicas en contacto del oxígeno, y de los cuerpos oxidantes.

El sulfido-hídrico libre, lo mismo que los sulfhidratos, precipitan las disoluciones estañosas, ya sean neutras ó ácidas, dando un precipitado rojo parduzco de sulfuro estañoso, que se disuelve aunque lentamente en sulfuro amónico, formando la correspondiente sulfosal. De esta disolución, los ácidos precipitan el sulfácido persulfurado, y por consiguiente de color amarillo, interpuesto algunas veces con azufre libre.

Los *álcalis* precipitan de las sales estañosas el óxido hidratado, que se disuelve en exceso de potasa, pero no en exceso de amoníaco.

Hirviendo la disolución de protóxido de estaño en la potasa, se convierte en deutóxido, de modo que se forma algun precipitado de metal estaño, y queda en disolución el estannato potásico. Por esta reaccion se puede distinguir el estaño del antimonio en muchos casos.

El *cloruro áurico* dá en las sales que nos ocupan un precipitado purpúreo, llamado *púrpura de Cassius*, que tambien es característico, pues no lo producen las sales antimónicas, ni las estañicas.

Si una disolución estañosa se trata simultáneamente con sal férrica, y ferricianuro potásico, se forma sensible precipitado de *azul de Prusia*.

OXIDO ESTAÑICO.

Puede presentarse anhidro ó hidratado. El primero es insoluble en todos los ácidos, el segundo se disuelve fácilmente en clorhídrico. El cloruro estañico es el tipo de las sales de este género, y es un líquido muy ávido de agua cuando anhidro (licor fumante de Libavius). Sus disoluciones acuosas, aun cuando sean diluidas, se reconocen por los medios siguientes.

El *sulphídrico* y los *sulphidratos* producen sulfuro estánico amarillo que se precipita, y que tiene varios puntos de semejanza con los precipitados arsenicales determinados por el reactivo que nos ocupa.

Distínguense sin embargo estos por una multitud de caractéres, de que nos ocuparemos al hablar del arsénico en sus diversas formas, sin perjuicio de hacer presente, como lo hicimos al hablar del sulfido antimonioso, que el amoníaco apenas disuelve á estos sulfuros amarillos, mientras que ataca rápidamente los sulfidos arsenicales.

Los *álcalis* producen en las disoluciones estañicas las mismas reacciones que sobre las estañosas, pues desalojan el óxido hidratado, que es redisoluble en potasa en exceso.

Por *via seca* se reducen los compuestos de estaño, cualquiera que sea el grado de oxigenacion de la base, ya se mezclen previamente con carbonato sódico ó con cianuro potásico. Las propiedades del boton metálico que entónces se forma, le distinguen

del antimonio, del arsénico, y demás que pudieran confundirse con el metal que nos ocupa.

LECCION LII.

De los venenos arsenicales en general.—Estados en que puede presentarse el arsénico.—Caractéres del ácido arsenioso libre y combinado.

COMPUESTOS ARSENICALES.

La estadística criminal pone de manifiesto la frecuencia con que los preparados de arsénico han sido empleados como venenos. No debe esto estrañarnos al considerar el gran número de compuestos arsenicales que se usan en las artes, en la industria y aun en medicina, lo cual facilita su adquisicion á las personas que atentan contra su vida ó la de sus semejantes.

Varia mucho la forma ó estado de combinacion en que pueden presentarse al químico los venenos arsenicales, pero pueden estos reducirse á cinco grupos, que facilitan bastante su reconocimiento:

- 1.º Arsénico *libre*, ya sea en masa, ó en polvo.
- 2.º Arsénico *aleado*, ó mejor interpuesto con verdaderos metales.
- 3.º Combinado con los mismos, formando ar-

seniuros puros, ó figurando además el azufre, *sulfoarseniuros*.

4.º Combinado con el azufre *sulfuros de arsénico*.

5.º Combinado con el oxígeno, formando los ácidos *arsenioso y arsénico*, libres y combinados.

Aunque en estos diferentes estados, presenta el arsénico caracteres especiales que permiten descubrirle, no podemos menos de recomendar su transformación en ácidos arsenioso ó arsénico, ó sea en compuestos del último grupo, que indudablemente son mas fáciles de reconocer. De ahí el que algunos autores, al hablar del arsénico como veneno, solo se ocupen de los caracteres que distinguen á este metal oxigenado, que de otra parte es el estado en que el arsénico es mas temible por su actividad.

Lógrase la indicada transformación á beneficio del ácido nítrico mas ó menos concentrado, que se descompone para dar ácido hiponítrico que se desprende, y oxígeno que se combina con el arsénico, oxigenándose al propio tiempo los cuerpos que le acompañan, ya en estado de mezcla, ya en el de combinación.

ACIDO ARSENIOSO LIBRE Y COMBINADO.

Varia el aspecto del ácido arsenioso. Unas veces se presenta transparente y vidrioso, y otras blanco y opaco como la porcelana. Su polvo es blanco y denso. Es poco soluble en el agua pura, sobre la que además ejerce una acción repulsiva, á la mane-

ra de los cuerpos grasos. El calor le volatiliza, y su vapor es inodoro, de manera que el olor aliáceo es característico del arsénico en el acto de oxigenarse, de ningun modo puede atribuirse al vapor del ácido que nos ocupa.

La confeccion del líquido primitivo en los casos en que conviene descubrir este ácido por via húmeda, es fácil partiendo del principio de que son solubles en agua los arsénitos alcalinos, y en ácido clorhídrico muchos de los térreos y metálicos. Por otra parte los arsénitos insolubles ceden el ácido á las disoluciones alcalinas, abandonando la base. La disolucion del ácido arsenioso libre se logra con suma facilidad á beneficio del ácido clorhídrico, ó en su lugar del agua alcalinizada.

Son muy distintos los caracteres que debe tener un líquido donde debemos buscar el ácido arsenioso, segun el reactivo que tratamos de emplear. Si nos proponemos precipitarlo bajo la forma de sulfuro, se hace indispensable que sea ácido, pues la formacion de los sulfuros de arsénico es tanto mas fácil, pronta y completa, en cuanto los líquidos son mas acídulos. Por el contrario, si tendemos, á emplear como precipitante una sal de cobre pura ó amoniacal, ó una sal de plata, es de todo punto indispensable que sea el líquido neutro, pues los arsénitos argéntico, y cúprico son solubles en los ácidos, y el primero es además descomponible por clorhídrico.

El *sulphidrico* lo mismo que los *sulphidratos* determina en las disoluciones de ácido arsenioso de-

bidamente preparadas, un precipitado amarillo de sulfido arsenioso, que no se forma en las disoluciones de los arsénitos alcalinos, mientras no se les añade ácido clorhídrico ú otro ácido parecido. La disolucion acuosa de ácido arsenioso precipita difícilmente con el ácido sulfhídrico, pero toma calor amarillento el líquido, y se facilita la formacion del sulfuro insoluble, por la accion del ácido clorhídrico.

La potasa pura, lo mismo que los sulfuros alcalinos, disuelven al precipitado de sulfido arsenioso, formándose con estos últimos una sulfosal, que se descompone por los ácidos y dando lugar á la precipitacion del sulfácido persulfurado. Aunque esta reaccion hace confundibles las sales estánicas y las antimónicas con los compuestos arsenicales, conviene no olvidar que los sulfuros de arsénico son muy solubles en amoniaco y completamente insolubles en clorhídrico concentrado, al contrario de lo que sucede en los sulfidos de estaño y de antimonio, segun vimos en lecciones anteriores.

De otra parte, los sulfidos de arsénico deflagrados con nitro dán sulfato y arseniato de potasa, que se disuelven en agua, dando un líquido que se distingue por los reactivos de los arseniats, lo cual no pueden hacer los demás compuestos metálicos.

El *sulfato de cobre* forma con las disoluciones de ácido arsenioso libre ó combinado un precipitado verde de arsénito cúprico, bastante característico. Es de advertir empero, que si el líquido primitivo es ácido, el precipitado no se forma, pues queda redi-

suelto por el ácido mismo. De ahí el que se haya recomendado por algunos prácticos el uso del sulfato cúprico amónico.

El *nitrato argéntico* forma un precipitado amarillo de arsénito de plata, con las disoluciones de los arsénitos. Las disoluciones de ácido arsenioso libre precipitan con dificultad, pero si se les añade una gota de amoníaco, ó se emplea el *nitrato argéntico amoniacal* se forma instantáneamente el arsénito amarillo que se redisuelve en ácido nítrico, y en amoníaco puro. Es preciso no olvidar que si el nitrato de plata es ácido, el precipitado que forma con los arsénitos, lejos de ser amarillo, es rojo á causa de haberse transformado en arseniato argéntico; por lo que se ha recomendado tambien la prévia transformacion del nitrato argéntico puro en argéntico amónico, que salva este inconveniente.

LECCION LIII.

Dado un precipitado amarillo producido por el sulfhídrico, determinar si es ó no arsenical.—Reconocimiento del ácido arsenioso en presencia de otros cuerpos precipitables por sulfhídrico.

Hablando en la leccion anterior del precipitado que en los líquidos arsenicales produce el ácido sulfhídrico, dimos las principales reglas para no con-

fundirlo con otros precipitados igualmente amarillos, que el mismo reactivo puede producir. De tal manera es importante la distincion de unos y otros, que algunos toxicólogos, dedican capitulos enteros al establecimiento de las diferencias que mas deben llamar la atencion del químico en la resolucion de tan intrincados problemas. El célebre Orfila despues de ocuparse de los sulfuros de cadmio, de antimonio y de estaño, cuyos caractéres distintivos tambien nosotros hemos enumerado, llama la atencion de los prácticos sobre ciertos precipitados amarillos que algunas materias orgánicas forman en contacto del ácido sulfhídrico, y que pudieran tambien confundirse con los compuestos arsenicales por personas poco expertas; y es tanto mas digno de ocupar nuestra atencion este fenómeno, cuanto que de las mencionadas substancias orgánicas, las hay que pueden en circunstancias convenientes dar precipitados amarillentos con el nitrato de plata y verdosos con sulfato de cobre, caractéres todos capaces de inducir á error al químico legista.

Es verdad que este al estudiar los venenos minerales, puede empezar por la desorganizacion del conjunto de materias sobre las cuales versa el análisis, dejando desvanecidas todas estas causas de error, pero no es menos cierto que algunas veces puede adelantarse mucho trabajo, y economizarse mucho tiempo, si se puede prescindir de aquella operacion.

Varios prácticos y entre ellos H. Rosse aconsejan con este motivo, poner en suspension en agua

las materias objeto del análisis, á fin de reunir en el fondo de un vaso de forma cónica inversa aquellas partículas que tengan mayor densidad, entre las que figuran ciertos compuestos metálicos. Estas partículas, lo mismo que los precipitados formados por el ácido sulfhídrico pueden tener color ó aspecto de sulfido de arsénico, y para no confundirlo con las diferentes substancias que, segun llevamos dicho, tienen con él alguna semejanza, se han indicado una multitud de procedimientos tan sencillos como exactos, algunos de los cuales deben ocuparnos.

1.º Recomienda Berzelius tomar el presunto sulfido arsenical previamente mezclado con sosa y un poco de agua para amasarlo, y colocarlo en un tubo de poco diámetro estirado á la lámpara por uno de sus extremos. Pónese éste en comunicacion con un aparato de desprendimiento de hidrógeno, y á medida que este gas seco obra sobre la mezcla oportunamente calentada con una lámpara, el arsénico es reducido y se forma un depósito ó espejo metálico.

No cabe duda que algunos compuestos antimoniales pueden dar en igualdad de circunstancias algun sublimado metálico, pero la diferente volatilidad del antimonio, entre otras propiedades, no permite que se confundan.

2.º Calientese en un tubo abierto por ambos extremos y doblado en ángulo recto el cuerpo sospechoso, que se oxigenará dando ácidos sulfuroso y arsenioso. El primero se desprenderá, y el segundo vendrá á condensarse en la parte fria del tubo dan-

do unos cristalititos transparentes, fácilmente transportables de un punto ó otro. Si despues de cerrado el tubo por uno de sus extremos, se reune el sublimado en el extremo cerrado, y despues de introducir una esferilla de carbon se calienta, es reducido el arsénico que forma un sublimado gris metálico. Ningun cuerpo mineral ni orgánico, puede por este medio confundirse con el arsénico, que se descubre aun en pequenísimas cantidades.

3.º Se ha recomendado por Liebig el uso del *tartarato de cal carbonizado* que reduce el arsénico de los sulfuros, cuando mezclados con el indicado reactivo, se calientan en un tubo de ensayos cerrado por un extremo, y viene á formar luego un espejo metálico.

4.º Substituyen algunos el tartarato de cal, con oxalato de la misma base que produce los mismos efectos con corta diferencia.

5.º Finalmente Babo y Fresenius recomiendan mezclar el cuerpo que se estudia con sosa y cianuro potásico; con la mezcla se carga un tubo de algunas líneas de diámetro que tiene articulado otro muy estrecho, que termina en punta. Sobre esta mezcla se dirige una corriente de ácido carbónico seco, que procede de un aparato montado al intento. Cuando el aire del aparato ha sido desalojado, se calienta la mezcla del tubo, el arsénico se reduce y volatiliza, en cuyo caso el ácido carbónico le impulsa mecanicamente hácia la parte estrecha del tubo, donde se reune formando un espejo metálico, gris, característico, por pequeña que sea la cantidad que

de compuesto arsenical existiese. Ni el antimonio ni el estaño tienen volatilidad bastante para producir esta reaccion, que tiene igualmente lugar con los compuestos oxidados de arsénico, razon por la cual tiene en práctica mucha importancia.

Sucede algunas veces que al tratar por ácido sulfhídrico un líquido donde hay arsénico, vienen á ofuscarse las reacciones á causa de hallarse simultáneamente en el mismo alguna base precipitable en forma de sulfuro de color más ó ménos obscuro. Dichas bases deben ser del quinto ó del sexto grupo de Fresenius, pues las del cuarto no precipitan de los líquidos acidulados. Si son del quinto, serán separables por medio del sulfhidrato amónico que redissuelve al sulfuro de arsénico y deja las del quinto grupo como insolubles. Si los sulfuros que impurifican al arsenical fuesen del grupo sexto, es indudable que quedarán separadas mediante el amoníaco que conforme sabemos, no disuelve mas que al súlfido de arsénico, dejando insolubles á todos los demás. El líquido amoniacal evaporado dejará por residuo súlfido de arsénico casi puro, que se podrá reconocer.

LECCION LIV.

Caractéres del ácido arsenioso por via seca.—Caractéres del ácido arsenico libre y combinado.

Para los casos en que sea posible aislar de las materias que se analizan alguna partícula, que presumamos sea ácido arsenioso ó un arsenito, conviene conocer las propiedades de estos cuerpos por via seca, que algunas veces abrevian extraordinariamente las operaciones, por lo que enumeraremos las principales.

1.º El ácido arsenioso libre es volátil, y produce en un tubo de ensayos unos cristalitos transparentes á poca distancia del punto de calefaccion.

2.º Si previamente se le mezcla con carbon, se reduce el arsénico, y la masa que se condensa tiene color gris metálico. Lo mismo sucede, si el ácido se calienta en un tubo de ensayos, en cuyo interior se ha colocado una esferita de carbon, de tal modo que el vapor de ácido arsenioso tenga que ponerse en contacto de dicho cuerpo reductor, á medida que se produce.

3.º Calentado el ácido arsenioso en el hueco de un carbon á la llama interior del soplete, se reduce igualmente, el arsénico se volatiliza, y deja percibir olor aliáceo, que es característico.

4.º Si el ácido arsenioso está combinado, son muy distintas las reacciones que produce, segun sea la naturaleza de la base. Efectivamente los arsenitos acostumbran transformarse en arseniatos, y sueltan parte del arsénico; pero cuando la base es alcalina resisten mucho. El arsenito de cobre, y algun otro de base metálica, se descomponen para convertirse en ácido arsenioso que sublima, y óxido que queda como residuo, de manera que no producen el espejo metálico, á menos que se les mezcle con carbon antes de colocarlos en el tubo de ensayos.

En los casos en que la base de un arsenito sea alcalina, favorecerá la reaccion del ácido arsenioso la addicion de un poco de ácido bórico, que como es bien sabido, se apodera de las bases, dejando libre el ácido, que entonces se presenta con sus reacciones características.

5.º Lo mismo libre que combinado el ácido arsenioso, se reduce muy fácilmente en un tubo de ensayos por la accion del carbonato sódico, al que previamente se añade un poco de cianuro potásico. La fuerza reductora de este cuerpo, depende de la tendencia que tiene á pasar á cianato.

6.º Tambien puede reconocerse el ácido arsenioso en el aparato de Babo y Fresenius de que nos ocupamos en la leccion anterior.

ÁCIDO ARSÉNICO LIBRE Y COMBINADO.

Preséntase blanco este ácido, algunas veces transparente, muy soluble en el agua y es fijo y fusible. Al rojo intenso se descompone en oxígeno y ácido arsenioso. No puede por lo tanto confundirse con este último ácido.

Solo los arseniatos alcalinos son solubles en el agua, y casi todos son inalterables por el calor rojo, á menos que sean ácidos, en cuyo caso el exceso de ácido arsénico se descompone para dar oxígeno y ácido arsenioso, á tenor de lo que hemos dicho antes.

La disolucion de los arseniatos debe hacerse en la mayoría de casos por la accion de los ácidos, en cuyo caso se obtienen líquidos que no pueden estudiarse por via húmeda con otros reactivos que el sulfhídrico libre y sulfhidratos, pues el nitrato argéntico y el sulfato cúprico que se aconsejan para descubrir este ácido, no pueden dar precipitado, á causa de ser atacables los correspondientes arseniatos por los ácidos libres.

El *ácido sulfhídrico* precipita las disoluciones de ácido arsénico, dando sulfuro que se redisuelve en amoníaco, y que resiste la accion del ácido clorhídrico aunque sea concentrado. Los arseniatos alcalinos no precipitan por sulfhídrico, á menos que se les añada ácido clorhídrico, y si son muy diluidos, aun con esta precaucion tarda algunas horas en verse el precipitado.

El *sulphidrato amonico* no precipita las disoluciones alcalinas de ácido arsénico, hasta que se acidula el líquido con la cantidad conveniente de clorhídrico que descompone la sulfosal antes formada. El precipitado es de sulfido arsénico.

El *nitrate argéntico* dá un precipitado rojo de arseniato de plata que se redisuelve en ácido nítrico lo mismo que en amoníaco, dando con el primero un líquido claro, salvo la pequeñísima turbulencia que algunas veces forma el cloro que existe en el ácido redisolvente. El amoníaco produce un líquido argéntico amoniacal, igualmente incoloro.

El *sulfato de cobre* forma precipitado azul claro de arseniato cúprico con los líquidos no ácidos, y es tambien redisoluble en nítrico y en amoníaco.

Todos los reactivos, que dijimos servian para descubrir el arsénico en los precipitados amarillos que produce el sulfhídrico con las disoluciones de ácido arsenioso, así como los procedimientos para reducir á este ácido libre y combinado, con intermedio del carbon, del cianuro potásico, sosa seca, etc., etc., son aplicables á los compuestos de ácido arsénico, por lo que excusamos su repetición.

LECCION IV.

Aparato de Marsh y sus principales modificaciones.—Cuidados que exige su uso.

Aunque pertenece á Marsh la gloria de haber publicado el primer trabajo destinado á poner de manifiesto la posibilidad de descubrir las mas pequeñas cantidades de arsénico, donde quiera que se encuentre; no podemos menos de consignar, que Scheele habia ya hablado del *gas inflamable corteniendo arsénico*; que Proust habia manifestado que al tratar el estaño por ácido clorhídrico, se desprendia un gas hidrógeno, tanto mas fétido, en cuanto dicho estaño estaba mas impurificado por el arsénico; y que en fin Trommsdorf habia escrito sobre las propiedades del hidrógeno arsenical en 1803, así como Gay Lusach y Thenard las habian ampliado en 1808.

El aparato de que nos dió cuenta Marsh en el año 1836, está fundado por consiguiente sobre principios conocidos por otros químicos, y su forma es muy distinta de la que hoy tienen los aparatos que llevan el nombre de dicho autor.

Consistia aquel, en un tubo de una pulgada escasa de diámetro, doblado de tal manera, que for-

maba dos ramas paralelas, de longitud doble la una de la otra. La mas corta de estas ramas tiene una armadura con llave, de la cual pende un alambre en cuyo extremo inferior hay una chapa de zinc. Llenado el tubo con ácido sulfúrico débil hasta llegar á la armadura, y cerrando la llave, empieza á descomponerse el agua, y á producirse hidrógeno que se acumula ó reúne en dicha rama corta, de tal modo que empuja al líquido hácia la larga, hasta presentarse el momento, en que habiendo descendido mucho el nivel del líquido en la corta, el zinc no se halle ya en contacto del ácido, y la reaccion química cese. Desde el momento en que se abre la llave, el gas reunido sale y puede inflamarse, ascendiendo de nuevo el nivel del líquido y volviendo á producirse gas hidrógeno. Es consiguiente que si no hay compuesto alguno arsenical en el líquido del aparato, el gas que se desprenderá será puro; y que tendrá arsénico, si préviamente se le mezcló alguna substancia que lo contuviera.

Dijo Marsh, que era muy fácil descubrir el arsénico por este medio, pues el hidrógeno arsenical al inflamarse, dá lugar á la produccion de agua y ácido arsenioso, pudiéndose reunir éste en un recipiente oportuno con que se cubre ó protege la llama. Por otra parte, si esta se corta por su mitad, aplicándole una placa de porcelana limpia, se forma un depósito metálico, que es sumamente característico.

Apenas fué conocido el mecanismo de este aparato, se publicaron una multitud de trabajos, encaminados unos á darle importancia, y dirigidos otros

á poner de manifiesto los inconvenientes que en la práctica debía presentar. Llamóse singularmente la atencion de los químicos, acerca la semejanza de las reacciones que el antimonio y el arsénico presentan en el aparato de Marsh, que si en los primeros momentos pudo producir alguna alarma en el ánimo de los mismos, quedó desvanecida con los trabajos de Chavallier y Berzelius, que pusieron de manifiesto la posibilidad de distinguir ambos metales, y hasta cierto punto de fijar la cantidad de arsénico puro, que la mezcla contenia.

Tal como hoy dia se usa el aparato que nos ocupa, viene á reunir el conjunto de las modificaciones que la experiencia ha ido recomendando, la mayor parte de las cuales están representadas en el llamado del *Instituto de Francia*.

Consta de un frasco de desprendimiento de hidrógeno que se carga con zinc y ácido sulfúrico débil. El tubo de escape del gas tiene una bola donde se deposita la humedad, y se pone en comunicacion con un tubo de mayor diámetro que se carga con algodón ó con amianto empapado de ácido sulfúrico, á fin de desecar el gas. Termina el aparato con un tubo de tres milímetros de diámetro poco mas ó menos, estirado á la lámpara, y rodeado en su primera mitad por una lámina metálica, que reparte el calorico que se aplica mediante un aparato oportuno.

Es consiguiente que despues de asegurarse de la pureza de los reactivos, á cuyo fin se pone en marcha el aparato sin añadir substancia alguna, si se introduce en el mismo un cuerpo cualquiera que

presumimos tiene arsénico, y vemos que se forma hidrógeno arseniado, deduciremos que algun compuesto arsenical existia en la materia analizada ó introducida.

Para asegurarnos de la presencia de dicho veneno en el gas hidrógeno que se desprende, podemos inflamarle, en cuyo caso producirá una llama azulada, y además depositará un polvillo blanco de ácido arsenioso, que no se formará con el hidrógeno antimonial. Por otra parte cortando la llama por su mitad con una placa ó cápsula de porcelana, se formarán unas manchas de arsénico muy solubles en ácido nítrico concentrado dando ácido arsénico, que evaporado á sequedad y redisuelto en unas gotas de agua destilada, producirán con nitrato de plata un precipitado rojo de arseniato de plata. Aunque las manchas que en igualdad de circunstancias puede formar al antimonio, sean atacables por el ácido nítrico concentrado, nunca podrán dar las reacciones que acabamos de exponer.

Además de estas propiedades, que Marsh ya habia indicado para distinguir el antimonio del arsénico, se ha sacado partido de la accion que el sulfídrico ejerce sobre ambos metales, oportunamente reunidos en forma de anillos en el tubo de desprendimiento del aparato. A este fin, mientras sale el hidrógeno, se calienta hasta el rojo incipiente el tubo, para que el hidrógeno suelte el metal que pudiese tener, y vaya depositándose á mayor ó menor distancia del punto calentado, formando un anillo.

Para distinguir si este es de antimonio ó de ar-

sénico, despues de separado del aparato de Marsh, se sujeta á la accion de una corriente de sulfido hídrico, que convierte el metal en sulfuro de arsénico, de antimonio, ó mezcla de uno y otro. A parte del color del sulfuro de antimonio que siempre es mas rojizo, se observa, que es soluble en el ácido clorhídrico concentrado; de tal modo, que si el anillo metálico fuese mixto, se separa perfectamente todo el antimonio y queda el sulfuro de arsénico puro de color amarillo, y atacable fácilmente por el amoníaco cáustico.

Dadas estas reacciones, es imposible confundir en ningun caso el arsénico con el antimónio, cuya coexistencia es mas fácil de lo que pudiera creerse, toda vez que entre los auxilios que se acostumbra dar á los envenenados, figura el uso del emético, que con frecuencia es causa de la complicacion que nota el químico legista en las reacciones del presunto arsénico.

Escusado es decir, que el operador debe ponerse al abrigo de la explosion que por cualquier descuido puede tener lugar en el frasco productor del gas, no solo porque pudiera comprometer su existencia, sino porque además nos expondria á perder la materia objeto del análisis que en algunos casos no puede reemplazarse.

Tambien debe tenerse en cuenta que el arsénico sulfurado apenas se ataca por los agentes químicos del aparato de Marsh; tanto, que los prácticos recomiendan descomponerlos previamente por la accion del ácido nítrico concentrado para convertirlos en

ácido arsénico, el cual es fácilmente descompuesto por el hidrógeno, dando agua é hidrógeno arsenical, por cuyas propiedades le distinguimos fácilmente.

De todo esto se deduce, que no es posible confundir el arsénico con cuerpo alguno en el aparato que nos acaba de ocupar, pero debemos confesar que son necesarias muchas precauciones, que solo la experiencia permite tener presentes, y aun así no deja de correr algun peligro muchas veces el operador, por lo que consideramos prudente el prescindir de su empleo en todos los casos en que sea posible.

LECCION LVI.

Otros aparatos para descubrir el arsénico.—Aparatos de Danger y Flandin, de Lassaigne y de Malapert.—Aparatos que permiten descubrir el arsénico sin necesidad de desorganizar las substancias.

Aunque fundados en el mismo principio de la disolucion ó incorporacion del arsénico en el hidrógeno, se conocen en la ciencia otros aparatos para reconocer el mencionado tóxico. Vamos á formarlos cargo de los principales.

Danger y *Flandin* determinan la combustion del gas hidrógeno dentro de un tubo condensador que

permite al vapor de agua formada reunirse en gotas las cuales van acumulándose en un pequeño recipiente, llevando en disolucion parte del ácido arsenioso producido, si la materia sobre que se trabaja contenia realmente arsénico. Nada más fácil entonces que poner de manifiesto aquel cuerpo por los reactivos que llevamos indicados.

Recomienda *Lassaigne* dirigir el hidrógeno  una pequeña probeta, donde se ha puesto disolucion de nitrato de plata. Preciptase este metal en parte, y si el hidrógeno contiene algo de arsénico se oxigena  expensas del oxígeno del metal reducido, formando ácido arsenioso que queda disuelto en el líquido, y se descubre por los métodos ordinarios.

Malapert aconseja dirigir el gas que sale del aparato  un frasco donde pone un poco de agua destilada, y al que simultáneamente entra una corriente de cloro procedente de una mezcla oportuna. Fórmase clorido-hídrico que queda en el agua, jnnto con el arsénico y el esceso de cloro. Terminada la operacion, que el autor recomienda oportunamente se practique  la luz difusa para evitar la explosion del aparato, se calienta el líquido para expulsar el esceso de cloro, y se pone de manifiesto el arsénico por los reactivos ordinarios.

Si bien se examina, todos estos aparatos son simples modificaciones del de Marsh, encaminadas  hacer mas sensibles las reacciones por las que se descubre el arsénico, pues la mayor parte de las manipulaciones, y cuantos cuidados hemos indicado en la leccion anterior, son aquí igualmente neces-

rios. Unos y otros suponen la prévia desorganizacion de las sustancias, sin la cual no podríamos evitar la formacion de la espuma, cuyos inconvenientes son bien conocidos, y que el mismo Marsh trató ya de evitar empleando recursos diferentes.

A vencer esta dificultad, que preocupó mucho á los químicos, antes que se conocieran los innumerables procedimientos que para la destruccion ó carbonizacion de las sustancias orgánicas posee actualmente la ciencia, se dirigieron los esfuerzos de *Mr. Adorne*, quien hace ya muchos años dió á conocer un aparato, principalmente destinado á impedir los efectos de la produccion de la espuma en los aparatos donde se forma el hidrógeno arsenical en presencia de sustancias orgánicas más ó menos viscosas.

El *aparato de Mr. Adorne* es muy parecido al *de Gay-Lussac para el desprendimiento de hidrógeno* que se describe en diferentes obras de química, y consiste en un frasco de cristal bitubulado, dentro del cual se ponen las sustancias que deben ser analizadas, junto con el ácido sulfúrico débil. La tubulura lateral tiene ajustada una espita con llave, por la que sale á voluntad el gas producido en el aparato; y la central recibe, articulada al esmeril, una especie de alargadera, cuya parte ensanchada queda fuera, y cuyo pico se introduce hasta muy cerca del fondo del frasco. Lleno éste hasta la boca se le aplica la alargadera, se introduce zinc en granalla por la abertura superior, y el líquido que es ácido dá lugar á la produccion de hidrógeno. Como

éste no puede salir, mientras no se abra la espita de la tubulura lateral, pasa á la parte superior del frasco, é impele al líquido hácia el balon, que desempeña el papel de recipiente, lo mismo que el del aparato de Gay-Lussac.

Es consiguiente, que si el ácido sulfúrico es débil, la produccion del hidrógeno será lenta, y por lo tanto antes de abrir la espita para determinar la inflamacion del gas, se habrá disipado la espuma, que se hubiera podido formar al principio, y que dificultaria las manipulaciones.

Dice el autor, que su aparato tiene además la ventaja de evitar las pérdidas de gas, de hacer imposible la detonacion, apreciar aproximadamente la cantidad de arsénico, etc., etc., circunstancias que pueden lograrse con todos los aparatos de su clase, por lo que carecen de interés.

El *Aparato de Mr. Adorne* debió tener alguna importancia cuando se publicó, puesto que no inspiraban bastante confianza los procedimientos de desorganizacion de las substancias, ni eran conocidos aun algunos de los modernamente recomendados; así es que fué usado por varios químicos, habiendo recibido provechosas modificaciones en manos de *Wanden-Broeck*.

Este químico aconsejó suspender de una tercera tubulura del frasco productor del gas, una barilla de zinc, de tal modo, que cuando el nivel del líquido hubiese descendido lo bastante, para que dicha varilla estuviese fuera del contacto con el ácido sulfúrico, no quedando aun en descubierto el pico de la

alargadera, cesará la producción del gas, y pudiera por el reposo disiparse con mas perfección la espuma. Esta modificación dá en la práctica buenos resultados.

Hoy día han caído completamente en desuso estos aparatos, y es muy raro que se mencionen siquiera en las obras modernas, pues los métodos de desorganización son tan numerosos y perfectos, que en ningún caso puede el químico legista abrigar la menor sospecha de haber perdido la mas insignificante cantidad de veneno durante la operación, no solo tratándose del arsénico, si que tambien del mercurio, cuyos compuestos son generalmente mas volátiles y descomponibles.

Al tratar del *procedimiento general toxicológico*, describirémos los principales métodos que la ciencia recomienda para lograr este resultado.

Los demás aparatos que pudiéramos describir fundados en los mismos principios de *Adorne* y de *Wanden-Broeck*, no contienen idea alguna digna de llamar nuestra atención, por lo que no nos ocuparemos de ellos en particular (1).

(1) Hemos creído conveniente estudiar aquí los venenos arsenicales, porque los ácidos arsenioso y arsénico que son los mas comunes, si bien son verdaderos ácidos, se portan con el ácido sulfhídrico libre y combinado lo mismo que las bases del grupo sexto de Fresenius.

LECCION LVII.

De los venenos ácidos minerales en general, y particularmente del clorhídrico, nítrico, y sulfúrico.

Además de los ácidos arsenioso y arsénico, se han empleado como venenos los ácidos minerales comunes; sulfúrico, nítrico y clorhídrico, que si no son tan activos como ciertas otras substancias, en cambio se les encuentra en todas partes, atendido el uso que de ellos hace la industria. De ahí el que en la estadística de los casos de envenenamiento, figuren por una cifra muy notable los ocasionados por dichos ácidos; siendo por lo tanto muy digna de estudio la acción que ejercen sobre la economía, así como el conjunto de reacciones por las cuales puede el químico analista ponerlas de manifiesto.

Considérese por algunos, que siendo los ácidos en cuestion tan conocidos, y de otra parte tan sensibles los reactivos que para descubrirlos se han recomendado, (1) no ha de ser muy engorrosa su in-

(1) Véase la página 58, donde se han indicado las propiedades mas características del ácido clorhídrico libre y combinado, á las que pueden añadirse las siguientes:

1.^a El clorhídrico con las sales mercuriosas da precipitado blanco de cloruro mercurioso, que con amoníaco se ennegrece.

vestigación químico-toxicológica; sin embargo la experiencia enseña que son muchas las dificultades que presenta la resolución de semejantes problemas, ya porque se alteran estos venenos al permanecer en contacto de las vísceras y de los líquidos en las mismas contenidos, ya también porque en la economía existen en cantidad variable, sales formadas por algunos de estos mismos ácidos, que pueden inducirnos á error.

Efectivamente los sulfatos, los cloruros y aun los nitratos figuran en diferentes líquidos del organismo, y proceden de los alimentos y aun de los condimentos de que hacemos uso, siendo perfectamente probada la importancia fisiológica de algunas de estas sales, ó de los productos á que dan lugar.

Acido clorhídrico: este es en nuestros días y entre nosotros el ácido mineral mas comunmente empleado como veneno; y aun cuando por su volatilidad es fácil extraerle ó separarle de las demás sustancias, vgr, del vómito, de la pulpa del estómago etc.; cuando no se halla en gran cantidad, ó que transcurrió mucho tiempo desde que se introdujo en la economía, ó que en esta pudo hallar alguna base con quien combinarse, nos es muy difícil asegurar, que

2.^a Con sales plúmbicas dá precipitado blanco de cloruro plúmbico, que se redisuelve en agua destilada.

3.^a Poniendo uno ó mas panes de oro en contacto del presunto ácido clorhídrico, previamente mezclado con nítrico, á fin de producir mas ó menos perfecta el *agua régia*, el oro se disolverá, formando cloruro aúrico, si realmente era clorhídrico.

hubo realmente envenenamiento por ácido clorhídrico.

Dicen los autores que este ácido deja sensible huella en los puntos por donde pasa, pues en estado de concentracion que es como suele emplearse, carboniza la mucosa del aparato digestivo, produciendo manchas mas ó menos oscuras, algun tanto parecidas á las que se originan por la accion del ácido sulfúrico sobre las mismas sustancias animales.

Pero dejando á un lado que el clorhídrico puede emplearse algo débil, en cuyo caso dicha desorganizacion ó carbonizacion es apenas apreciable, siendo sin embargo temible su accion deletérea; es muy fácil que en la época en que se hace el análisis, se halle ya combinado dicho ácido con el amoníaco producido durante la putrefaccion de las sustancias blandas del cadáver.

Por esto es conveniente, que estas investigaciones se hagan á la mayor brevedad, y que el químico proceda ante todo á la destilacion de la pulpa del estómago ó del vómito si le hubiera, á fin de que el vapor de clorhídrico pase al recipiente ó balon donde expresamente se habrá puesto una pequeña cantidad de agua; y solo en el caso de que veamos claras las reacciones del ácido clorhídrico puro en el líquido obtenido, podremos asegurar que hubo envenenamiento por dicho ácido.

La idea propuesta por algunos prácticos de tratar por alcohol concentrado la pulpa del estómago oportunamente evaporada hasta sequedad, á fin de aislar por este medio los cloruros, que luego son

descompuestos por el ácido sulfúrico en un pequeño aparato destilatorio, nos parece de resultado exacto para probar que existen dichos cloruros, mas no para asegurar que hubiese preexistido el ácido libre. Sin embargo, dice Briand, y con mucha razon, que si de la aplicacion de este procedimiento resultara desalojada alguna cantidad de clorhídrico, y al mismo tiempo pudiera probarse que en la pequeña retorta se hubiese formado sulfato de cal ó de magnesia, debería deducirse con seguridad que preexistió ácido clorhídrico libre, y que se habia empleado como contraveneno la creta en polvo ó el carbonato de magnesia; pues está probado que en la economía del hombre y demás mamíferos, no existen normalmente otros cloruros que los alcalinos.

Acido nítrico: difícilmente puede este ácido usarse en estado de concentracion como veneno, si no es en casos de suicidio, atendidas sus propiedades físico-químicas. De todos modos, importa tener presente que atendida su accion desorganizadora, que la ejerce descomponiéndose á su vez de una manera tan completa como rápida, es mucho mas difícil descubrir este ácido que el clorhídrico, cuando transcurrió algun tiempo, desde su empleo al reconocimiento químico. Es verdad que aun en los casos en que no se emplea en estado de concentracion máxima, son muy sensibles las señales que deja en la mucosa del aparato digestivo, y en las materias pulpáceas existentes en las vísceras; mas estos caracteres no son bastantes por sí para infundir aquella seguridad, que en semejantes casos se hace indispensable.

Cuando existen fundadas sospechas de envenenamiento por el ácido nítrico debe el químico tener tendencia á destilar á la mayor brevedad la materia del vómito si la hay, la pulpa del estómago, ó el líquido que resultare de la locion interior del estómago, á fin de evitar en lo posible la accion mútua del ácido sobre las materias orgánicas, recogiendo en el recipiente de un pequeño aparato destilatorio un líquido que debe sujetarse por partes á la accion de los reactivos que llevamos indicados en la página 62 ó en su lugar á la de una disolucion de narcotina en ácido sulfúrico, que toma un color rojo bastante vivo aun con pequeñas cantidades de ácido nítrico. (1)

Háse observado que ciertos tejidos manchados de color amarillo mas ó menos rojizo, por el ácido nítrico, dejaban ver las reacciones del mencionado ácido, aun despues de bastante tiempo. El célebre químico español Orfila, refiere que en algunos casos ha obtenido buen resultado al estudiar las indicadas manchas, y aconseja proceder del modo siguiente:

Tómese el tejido, córtese la parte ó partes manchadas, macerense y aun hiérvanse con una disolu-

(1) Se ha recomendado por algunos toxicólogos como muy sensibles para descubrir el ácido nítrico, la accion de la *morfina* y de la *brucina* que dicen comunica al líquido un color rojo vivo, si dicho ácido existe; pero es de advertir que si es en pequeña cantidad, solo se vé un lijero tinte amarillento ó ambarino, que puede pasar desapercibido á los principiantes.

La neutralizacion del líquido con *potasa*, y exámen de la deflagracion del producto echado sobre las ascuas es tambien de poca importancia por su escasa sensibilidad.

cion débil de bicarbonato potásico, evapórese el conjunto hasta sequedad mediante un suave calor, y pruébese el producto ya sea directamente con los reactivos mas sensibles, ya destilándolo previamente con ácido sulfúrico en un pequeño aparato.

Por lo mismo que en la economia animal no se hallan nitratos, no es de temer la confusion á que dijimos daba lugar en las investigaciones del ácido clorhídrico la frecuencia y aun constancia con que se hallan en los líquidos del organismo los cloruros de ciertas bases. No obstante puede ocurrir que el ácido nítrico dé lugar á la produccion de nitrato amonico ya con amoníaco formado en la putrefaccion de las materias orgánicas, ya con el que segun experimentos de Briand nace por la accion directa del ácido nítrico sobre determinadas substancias orgánicas. En este caso es preciso tener mucho cuidado en las manipulaciones indicadas, á fin de evitar que evaporando á sequedad los líquidos, no nos exponamos á perder en forma de vapores el todo ó parte de dicho nitrato amónico.

Acido sulfúrico : es bastante general entre personas poco expertas la idea de que este ácido es fácil de descubrir en las vísceras en virtud de la propiedad que tiene de carbonizar sus paredes, y además por la seguridad con que se distingue de otros ácidos, cuando se le trata con sal de barita, á tenor de lo que dijimos en la pág. 53. Por otra parte se añade, aunque sea cierto que á medida que el sulfúrico carboniza las materias orgánicas se descompone lentamente y aun puede entrar en combinacion ya con las bases

terreo-alcálinas de los alimentos, ya con amoníaco producido en la putrefacción, está fuera de duda que aun después de mucho tiempo de obrar sobre los tejidos orgánicos, basta tomar una parte de estos, lavarlos con agua destilada, y sujetarlos á la acción de los reactivos, para ver clara la presencia del sulfúrico, que conserva aun su sabor agrio y la propiedad de enrojecer el papel de tornasol, de una manera profunda é instantánea.

Sin negar que en muchos casos debe calificarse de sencillo el reconocimiento del sulfúrico, es forzoso consignar que en algunos otros el químico choca con dificultades nacidas de la presencia constante de los sulfatos en los líquidos del organismo, los cuales dan con las mencionadas sales de barita las mismas reacciones que caracterizan el sulfúrico libre.

Un distinguido farmacéutico español, el Dr. Don Raimundo Fors y Cornet, catedrático que fué de la escuela de Barcelona, y que escribió sobre esta materia en su *Tratado de Fármaçia operatoria*, por los años de 1840 y 1841, recomendaba ya el tratamiento de los líquidos que pudiesen extraerse de las vísceras, que se escurriesen de la materia vomitada, ó que resultasen de la loción del estómago con agua destilada, por un volúmen cuádruplo ó quintuplo de alcohol, después de haberlos concentrado oportunamente por la ebullición. En este caso, se separan como insolubles todos los sulfatos alcalinos y terreo-alcálinos neutros que pueden existir, y aun los sulfatos neutros ó ácidos á que hubiese dado lu-

gar el polvo de magnesia ó de creta empleados como contraveneno. La tintura alcohólica obtenida tiene disuelto el ácido sulfúrico libre, que concentrado y purificado del alcohol, mediante un suave calor, dá lugar al desprendimiento de ácido sulfuroso, fácil de apreciar por su olor, desde el momento en que se le calienta con unas gotas de mercurio ó unos granos de polvo de carbon.

Esa misma tendencia se nota en las obras del célebre Orfila, y en las que mas recientemente han publicado otros toxicólogos, con la sola diferencia que aconsejan algunas veces el empleo del éter en vez del alcohol de 38° á 40°, así como prescriben para persuadirse del desprendimiento del ácido sulfuroso, entre otros medios, el uso de una tira de papel cubierto ó empapado en engrudo de almidon hecho con disolucion de ácido yódico. Desde el momento en que se produce algo de gas sulfuroso, es reducido aquel ácido, y su radical en contacto del engrudo produce el yoduro de almidon, cuyo color es característico.

Respecto á la investigacion del ácido sulfúrico fundada en la presencia de los sulfatos, debe considerarse como sospechosa, aun cuando sea muy considerable la cantidad que de dichas sales exista en los líquidos; á menos que vengan á robustecer nuestra opinion las señales evidentes de la preexistencia del ácido libre en las vísceras que hayan podido ser examinadas oportunamente.

Por lo demás el sulfúrico se descubre en estos sulfatos por las mismas sales de barita, en el caso de

ser solubles; de lo contrario es mas conveniente sujetar la masa donde presumimos que existen, á la accion simultánea del calor y del carbon, á fin de que reducidos á sulfuro, den lugar al desprendimiento de sulhídrico, desde el momento en que se les pone en contacto de unas gotas de ácido clorhídrico débil, á tenor de lo que aconsejamos en el tratado del ácido sulfúrico.

LECCION LVIII.

Reconocimiento del fósforo en casos de envenenamiento.

Raros los envenenamientos por el fósforo en otros tiempos, han venido á ser por desgracia frecuentes, desde que se usa esta substancia para la fabricacion de las *cerillas fosfóricas comunes*. No solo se halla este cuerpo al alcance de las personas mal intencionadas, en las droguerías y en los establecimientos dedicados á la fabricacion de las mencionadas cerillas, sino que hallándose estas repartidas con profusion en las casas particulares, encuentran á su disposicion esta substancia tóxica las personas de todas edades, sexos y fortunas, siendo ya hoy temibles los envenenamientos involuntarios por el fósforo impuro, del que echan mano con de-

masiada frecuencia algunas personas con ánimo de librarse de ciertos animales domésticos.

Muchos son los casos que pudiéramos citar de envenenamientos producidos por la pasta oportunamente separada de los llamados *fósforos de carton ó de yesca*, y metida en lo interior de las pasas ú otras materias comestibles, de que suelen ser ávidos los mencionados animales domésticos. Esparcidas por las diferentes habitaciones de una casa, han llegado en mas de una ocasion á manos de individuos de corta edad, antes de ser atacados por los animales que se trataba de combatir.

De ahí el empeño y perfeccion con que se ha hecho el estudio de este metaloide, y el gran número de procedimientos encaminados á descubrirle como quiera y donde quiera que se encuentre.

Las obras de Orfila están cuajadas, por decirlo así, de observaciones relativas á las propiedades físicas y químicas del fósforo, así como de su accion sobre la economía, de las cuales se deduce: 1.º Que dicho químico se habia fijado mucho en el olor especial y en la fosforescencia de esta substancia libre como base fundamental de su reconocimiento. 2.º Que no le pasaron desapercibidos los vapores blancos á que dá lugar la oxigenacion del fósforo por la accion del aire, vapores que no solo se descubren en la superficie de las masas blandas, vómitos, pulpas extraidas del estómago, alimentos, etc., sino que son de notar aun en la superficie del cuerpo de los animales, voluntaria ó accidentalmente envenenados por dicho cuerpo, siquiera exista en canti-

dad mediana. 3.º Que de los productos de esta oxigenacion sacó partido para la investigacion químicotoxicológica del fósforo, toda vez que nos habla del descubrimiento del ácido hipofosforoso, y aun del fosfórico resultante de la peroxigenacion de dicho metaloide.

Lo mismo que Orfila han practicado mas tarde otros muchos químicos, y de ahí este conjunto de procedimientos que tienen por base la oxigenacion del fósforo, por via seca mediante el nitro ó el clorato de potasa, ó por vía húmeda mediante el ácido nítrico concentrado, á fin de descubrirle en estado de ácido fosfórico, empleando, entre otros reactivos, las sales de plata, y aun las de magnesia ayudadas por las amónicas, á tenor de lo que expusimos en la página 54 (1).

Apesar de todo, la deduccion de la presencia del fósforo por el ácido fosfórico, se considera hoy con fundamento como sospechosa en química toxicológica, desde que el análisis ha demostrado la existencia de fosfatos alcalinos y térreo-alcalinos en los alimentos, y en la mayor parte de los líquidos y tejidos del organismo segun se deduce de las tablas que dejamos expuestas en lecciones anteriores, pues no hay duda que en algunos casos pudiéramos

(1) Al tratar de las aguas minerales, y en la pág. 107, vimos el modo de proceder para llegar á la fijacion de la cantidad de ácido fosfórico de las mismas, y es muy fácil con aquellos datos deducir la cantidad que de fósforo representa una determinada de ácido fosfórico, que en estos casos se haya producido.

ser inducidos á error, tomando por fósforo accidental ó maliciosamente añadido el que normalmente se halla en la economía.

Importa, en consecuencia, que en las investigaciones del fósforo, tengamos decidida tendencia á aislarle, á reconocerle en estado de libertad, fundándonos en su olor, su volatilidad y fosforescencia, de que segun hemos dicho nos habla el célebre Orfila, sin perjuicio de modificar el procedimiento ó sean las manipulaciones, siempre que puedan acrecentarse la sensibilidad de los fenómenos, la perfeccion de los resultados.

Con el nombre de Mitscherlich se conoce hoy en la ciencia un aparato para el descubrimiento del fósforo, cuya sensibilidad repetidas veces comprobada nada deja que desear, pues procediendo con los debidos cuidados, se descubre $\frac{1}{1000}$ por % de dicho cuerpo en una masa pulpácea cualquiera, ó lo que es lo mismo $\frac{1}{100000}$ de la masa total disponible.

Consiste dicho aparato en un balon capaz para contener de una vez toda la materia que debe examinarse, el cual comunica á beneficio de un tubo doblado en dos ángulos rectos con otro balon ó matraz que sirve de recipiente. La rama vertical del tubo que se introduce en este, debe estar rodeada de una corriente de agua fresca, á fin de que se condensen en su interior las partículas de fósforo que convertidas en vapor se vayan levantando de la masa que se calienta. A este fin dicha rama atraviesa un vaso que puede ser una alargadera comun, con la que se ajusta mediante un tapon de corcho que se

aplica á la extremidad de menos diámetro, de tal suerte que echando agua en la alargadera, y renovándola oportunamente, se halla el tubo que nos ocupa en las condiciones del que constituye el serpentin de un pequeño alambique.

En el balon donde se coloca la substancia sospechosa recomienda Mitscherlich, poner un poco de ácido sulfúrico, y si la masa no fuese algo fluida, convendría además añadir un poco de agua.

Desde el momento en que se calienta el balon, ya sea con una lámpara ó con un baño de arena, vá levantándose vapor de agua que arrastra en mayor ó menor cantidad particulas de fósforo, y al condensarse dicho vapor en las partes frías del tubo, dá lugar á fenómenos de fosforescencia muy marcados en diferentes partes del aparato, y muy especialmente en la rama vertical que comunica con el recipiente, y en el punto hasta donde asciende el nivel de agua fria que le rodea, que es donde tiene principalmente lugar la condensacion.

Dice el autor de este método que hay diferentes substancias, capaces de disminuir ó imposibilitar los fenómenos de la fosforescencia, á saber: el alcohol, el éter, la trementina y su esencia, así como el amoníaco. Las dos primeras, así como el agua rás, son suficientemente volátiles para que se desprendan pronto, y en tal caso estorben solo al principio de la operacion; en cuanto al amoníaco, si el operador puso en el balon un poco de ácido sulfúrico, segun hemos recomendado, tampoco podrá perjudicar; y finalmente la trementina es muy difi-

cil, por no decir imposible, que exista, y en tal caso tampoco seria imposible su separacion prévia.

Cuando el fósforo existe en cantidad algo regular, es posible que en el recipiente se reunan partículas sólidas de dicha materia, que pueden separarse, y sujetarse á otras operaciones para convencerse más y más de su naturaleza; y aun pueden hacerse trabajos para deducir aproximadamente la cantidad total que de substancia tóxida pudo haberse empleado.

Es de notar, finalmente, que los fenómenos de fosforescencia, que son la base del procedimiento que nos ocupa son tan notables, sensibles y persistentes, que si despues de algun tiempo de funcionar el aparato, se suspende la destilacion por algunos dias y aun semanas, aparecen de nuevo en el momento en que vuelve á calentarse el aparato.

LECCION LIX.

Venenos orgánicos mas comunes.—Su division en ácidos y básicos ó alcaloideos.—Venenos ciánicos.—Caractères que distinguen el ácido cianhídrico y los cianuros.

Segun dejamos sentado en lecciones anteriores, la mayor parte de los envenenamientos son producidos por substancias correspondientes al reino mine-

ral, pero á pesar de todo es preciso convenir en que con alguna frecuencia se hace uso por los criminales de algunas materias orgánicas, que por su actividad se reputan como verdaderos tóxicos.

Dejando aparte *el licor firmante de Cadet à oxido de cacodilo*, y alguna otra substancia, afortunadamente poco conocida por el vulgo, son generalmente del grupo de las bases orgánicas, raras veces de los ácidos, las que han sido usadas hasta la fecha, razon por la cual podemos dividir los venenos orgánicos, á la manera que lo hicimos con los minerales, en ácidos y básicos ó alcaloideos.

Entre los primeros sobresale el ácido cianhídrico, único que de este grupo va á ocuparnos.

VENENOS CIÁNICOS.

Son bien conocidas las propiedades venenosas del ácido *cianhídrico*, llamado tambien *hidrociánico* o *prúsico*, propiedades que conserva en estado de combinacion formando los cianuros ordinarios, sobre todo si tienen por base un radical alcalino ó terreo-alcalino.

En sus formas ordinarias es fácil reconocer á este ácido, pero á veces constituye combinaciones anómalas en las que el químico-legista debe estar muy prevenido á fin de no ser inducido á error. Y no se crea que aludimos solamente á aquellas en que el cianógeno entra en la constitucion del ferro ó ferricianógeno y demás radicales análogos, si que

también nos referimos al reconocimiento del cianuro mercúrico, que á pesar de la sencillez de su composición, se resiste á ciertas reacciones características de la generalidad de los cianuros comunes.

Es mas de notar esta circunstancia, en cuanto *el cianuro de mercurio* que nos ocupa tiene como substancia tóxica grande importancia, toda vez que reúne á las propiedades de los compuestos ciánicos, las no menos temibles de los venenos mercúricos solubles.

Los caracteres que distinguen al *ácido cianhídrico libre* son los siguientes:

Es un líquido muy volátil, incoloro, de olor de almendras amargas y muy descomponible por la acción de la luz, sobre todo si es concentrado.

Con *nitrate de plata* forma un precipitado blanco de cianuro argéntico, poco soluble en el amoníaco, por lo que se distingue del precipitado que en igualdad de circunstancias forman los cloruros y el ácido clorhídrico.

Con una *sal ferroso-férrica* no se afecta el ácido cianhídrico libre, aunque se deje en contacto por algun tiempo, pero desde el momento en que se añade alguna gota de potasa ó sosa se forma un precipitado de azul de Prusia. En los casos en que el color de este precipitado sea pardo rojizo, conviene lavarlo con ácido clorhídrico en cuyo caso el color será azul hermoso.

Los cianuros ordinarios dán con *nitrate de plata* la misma reaccion que el ácido libre, pero con *sal ferroso-férrica* dán precipitado azul sin necesidad

de la addicion de álcali alguno, lo cual los distingue perfectamente.

El *cianuro mercúrico* que no se presta á ninguna de estas dos reacciones, se descubre en un líquido cualquiera: 1.º Por la accion del *ácido sulfhídrico* que le convierte en sulfuro mercúrico, y ácido cianhídrico, fácil de poner de manifiesto por los reactivos antes indicados. 2.º Por la accion del hierro en limaduras y ácido clorhídrico, que tambien dejan el ácido cianhídrico en libertad, y se reconoce por su olor particular, así como por los reactivos comunes. 3.º Si el cianuro en cuestion es sólido, puede además descubrirse su naturaleza, calentándolo en un tubo de ensayos, en cuyo caso se desprenderá cianógeno, cuyas propiedades son bien características.

Finalmente los *cianuros dobles anómalos* en que figura el hierro, llamados en química-orgánica compuestos de ferro y ferricianógeno se descubren, si son sólidos, por la accion del calor, que los transforma en carburos metálicos insolubles, y en cianuro alcalino soluble, fácil de reconoer. Si son disueltos, pueden ponerse de manifiesto por las sales de hierro y de cobre, cuya manera de obrar nos es ya conocida por lo que llevamos dicho al ocuparnos de cada uno de estos grupos de compuestos salinos.

LECCION LX.

Venenos alcaloideos en general.—Caractéres que distinguen la morfina libre y combinada.

Con el nombre de *venenos alcaloideos* se comprenden los correspondientes al grupo de las bases orgánicas, admitidas hace ya algunos años en química general. Divídense en dos grupos principales, *alcaloides volátiles y fijos*. Aunque entre los primeros se halla la *nicotina*, la *cicutina* y otros muy activos, ni son muy conocidos, ni circulan por el comercio, á causa de ser muy reducidas sus aplicaciones; por lo que han sido hasta ahora rarísimos los casos de envenenamiento determinados por estas substancias. Por el contrario, entre los alcaloides fijos, tenemos la *estrignina*, la *brucina*, y singularmente la *morfina*, que bajo la forma de base libre, de sal, y aun bajo la de ópio en substancia ó de compuesto opiado, se usó con demasiada frecuencia como veneno, y ha sido objeto de profundos estudios por los químicos legistas.

De ahí el que nos propongamos recorrer las propiedades de los mencionados alcaloides fijos, y sobre todo de la morfina, cuya actividad es bien conocida hasta por el vulgo.

CARACTÉRES DE LA MORFINA Y SUS COMPUESTOS.

Preséntase bajo la forma de pequeñas agujas prismáticas, algunas veces es amorfa ó pulverulenta. Es muy poco soluble en el agua, á la que no obstante comunica un fuerte sabor amargo. Es medianamente soluble en alcohol, sobre todo en caliente, y casi completamente insoluble en el éter.

Es la morfina una de las bases orgánicas mas fuertes, así es que se combina casi con todos los ácidos, y sus disoluciones tienen constantemente una reaccion alcalina. Las sales que resultan son solubles en el agua y en el alcohol, y casi insolubles en el éter. Distínguense por las siguientes reacciones.

La *potasa* produce en las disoluciones de morfina un precipitado blanco, mas ó menos cristalino, que se distingue de los otros precipitados alcaloides por ser soluble en esceso de reactivo. En algunos casos, y sobre todo cuando el líquido es diluido, tarda algun tiempo en formarse, pero se acelera mucho su aparicion, si se agita el líquido, ó se pasa por lo interior del tubo de ensayos una varilla.

El *amoníaco* produce los mismos resultados, pero el precipitado es menos redisoluble en esceso de reactivo.

El *cloruro férrico* no precipita los líquidos mórficos, pero les comunica un color azul mas ó menos intenso, que desaparece por la accion de los ácidos en general.

El *ácido yódico* es reducido por la morfina, así

libre como combinada, así es que produce en sus disoluciones una coloracion amarillo-parduzca, ó un precipitado de yodo, segun sean mas ó menos concentradas.

El *cloruro áurico* y aun las *sales argénticas* son igualmente descompuestas por los preparados mórficos, precipitando metal; de manera que no hay duda en que la morfina ejerce una fuerte accion reductora sobre toda clase de cuerpos.

El *ácido nítrico* determina una coloracion amarilla mas ó menos subida, que puede llegar á ser rojiza en los líquidos mórficos concentrados. No es este, como veremos en la leccion próxima, el único alcaloide que tiene esta propiedad.

Aunque todas estas reacciones son muy sensibles en las disoluciones medianamente concentradas de morfina libre y combinada, preciso es advertir que en todos los casos en que sea posible, deben de preferencia promoverse sobre los productos de su evaporacion; pues entonces, aunque no tengamos disponibles mas que unos pocos miligramos de materia, es muy fácil descubrir el alcaloide que nos ocupa. A este fin puede colocarse la materia objeto de ensayo en el fondo de una pequeña cápsula de porcelana, y poner en su contacto una gota de ácido nítrico, que si es morfina producirá una coloracion roja muy viva, así como el cloruro férrico la dará azul mas ó menos intensa.

Conviene empero no olvidar que si un preparado mórfico se pone en contacto de cloruro férrico, en disolucion concentrada, como quiera que se halle

dominando la tinta amarilla de la sal férrica, no observaremos el color azul característico de la morfina, sino una tinta verde hermosa é intensa, producida por la azul apetevida y la amarilla del cloruro férrico escedente. En caso de duda, dilúyase en agua el reactivo y al repetir el ensayo sobre una cantidad por pequeña que sea, de la materia que estamos estudiando, veremos que si es morfina ó alguno de sus compuestos, darán la coloracion azul característica.

LECCION LXI.

Procedimiento de Orfila para descubrir el ópio y los compuestos mórficos en las vísceras animales.—Reconocimiento de la estrignina y de la brucina.

Por mas que sean terminantes las reacciones de la morfina, es fácil comprender que al tratar de ponerla de manifesto en una víscera, han de presentarse dificultades dependientes de la naturaleza de las muchísimas substancias orgánicas que la pueden acompañar. De ahí el que los autores llamen la atencion acerca el modo de aislarlas en el mayor estado de pureza posible, antes de sujetar á la accion de los reactivos que se consideran mas sensibles, la presunta morfina.

Orfila recomienda seguir el siguiente procedi-

miento, que está basado sobre las indicaciones de Lassaigue. Tómese el líquido extraído de la viscera, ya sea dejando escurrir la pulpa contenida en la misma, ya sujetándola á una moderada presión, si tuviese mucha consistencia, y evapórese hasta la de jarabe á un calor suave. Trátase el producto por alcohol concentrado é hirviendo, y déjese enfriar el líquido, para filtrarlo y evaporarlo de nuevo. Sujétese á la acción del agua la materia obtenida por evaporación, la cual deja algun residuo que se separa por nueva filtración, y el líquido obtenido se trata por sub-acetato de plomo que precipita las materias extractivas y colorantes junto con el ácido mecónico y deja la morfina en disolución. Dirijase al líquido, luego de separado del precipitado, una corriente de sulfido hídrico para convertir en sulfuro el plomo escedente, y el licor filtrado se evapora en baño maria, haciéndolo pasar por carbon animal si tiene todavia algun color. La materia que en esta evaporación se obtiene, puede sujetarse á la acción de los reactivos de la morfina.

us. Cuando las vísceras carecen de líquidos y pulpas, se ponen en maceración con agua acidulada con ácido acético las vísceras mismas, á fin de que, si en lugar de ópio ó de una sal mórfica existiese alguna pequeña cantidad de morfina libre, pudiese convertirse en acetato soluble, sobre el cual se trabajaría del modo antes indicado.

CARACTÉRES QUE DISTINGUEN Á LA ESTRIGNINA Y Á LA BRUCINA.

Frecuentemente van acompañados estos dos alcaloides en la naturaleza. Su estudio es interesante bajo el punto de vista toxicológico, puesto que son cuerpos muy activos; y además porque segun dijimos al hablar de las cervezas, alguna vez se han empleado para comunicar á dichos líquidos un sabor amargo que simula la presencia del lúpulo, algunas materias que contienen á los alcaloides en cuestion, por cuyos caractéres se descubre el fraude que nos ocupa.

ESTRIGNINA.

Preséntase blanca y cristalina, de sabor fuerte, amargo y persistente. Es insoluble en agua, pero algo soluble en alcohol. Forma con los ácidos minerales mas comunes sales solubles, que tienen sabor amargo mas intenso aun que la estrignina libre.

Indícanse en las obras de química general y analítica algunos reactivos que afectan á las disoluciones estrígnicas, pero á decir verdad, no son muy características, razon por la cual nos limitaremos á indicar que *la potasa* produce un enturbiamiento en las disoluciones de estrignina, debido al alcaloide que vá depositándose, y que se distingue del que

forman las sales mórficas, por ser insoluble en un exceso de precipitante.

En cambio los reactivos de coloracion son sumamente sensibles para la estrignina, de tal modo que algunos prácticos aseguran poderse descubrir una millonésima de gramo de este alcaloide. A este fin, aconsejan disolver el cuerpo objeto de análisis en una pequeña cantidad de ácido sulfúrico concentrado, que no toma color alguno, pero en el acto de añadir una substancia cualquiera oxidante, toma la mezcla un color azul muy fugáz, que pasa rápidamente á violado, luego al rojo y al fin es amarillo verdoso.

No están conformes los autores acerca la substancia que debe preferirse para la produccion de estos resultados, pero el hecho es que con los bióxidos de plomo y de manganeso, los cromatos de potasa y aun con el permanganato de esta última base, son fáciles de obtener, empleándolos con el debido cuidado.

BRUCINA.

Difícilmente puede distinguirse esta base de la anterior por sus caracteres físicos. Sus disoluciones salinas dán en presencia de la potasa las mismas reacciones que la estrignina.

La brucina se distingue sin embargo, por no presentar las coloraciones que producen los compuestos de estrignina en contacto de las materias oxigenantes. Por otra parte el ácido nítrico le comunica

una coloracion roja intensa instantáneamente; y si despues de mucho tiempo de contacto, en que tomó la masa un color amarillo, sobre todo si se calentó un poco, se añade una gota de cloruro estañoso ó de sulfhidrato amónico, toma un color violado intenso.

No podemos menos de llamar la atencion sobre una advertencia que hace Mr. Lefort, hablando del reconocimiento de los alcaloides. Dice haber observado, que los reactivos de coloracion obran de un modo muy sensible, si se les hace actuar sobre tiras de papel, repetidas veces introducidas en la disolucion del presunto alcaloide, y desecadas otras tantas. Así dispuestas las tiras, se ponen en contacto del reactivo, y como la materia se halla muy dividida, las reacciones son al parecer claras y muy sensibles.

Finalmente debemos advertir, que segun observaciones repetidas, los alcaloides á pesar de tener composicion complexa, apenas se descomponen en contacto de materias putrescibles, asi es que Orfila ha podido poner de manifiesto, la morfina en presencia de materias orgánicas que habian estado inhumadas por espacio de algunos meses, lo cual debe tenerse presente en los casos de exhumacion jurídica.

LECCION LXII.

De la nicotina y cicutina como venenos.—Caractéres que distinguen á estos dos alcaloides.

Aunque segun llevamos dicho no son muy frecuentes los envenenamientos por los *alcaloides oleo-so-volátiles* por no ser muy conocidos, ni muy comunes en el comercio, con todo se citan casos desgraciados en que se ha utilizado la accion tóxica de la *cicuta*, empleada en forma de zumo, de extracto y aun en substancia; y en estos últimos años se ha echado mano del *tabaco*, y aun de la nicotina pura, cuyas propiedades fuertemente venenosas nadie pone ya en duda.

Distínguense los alcaloides volátiles por la propiedad de vaporizarse cuando puestos en libertad de sus combinaciones naturales, se calientan hasta 200° ó 250°. A este fin suelen destilarse las sustancias que las contienen con potasa ó sosa puras ó carbonatadas, y en el recipiente del aparato se les encuentra á los alcaloides, formando una capa oleosa más ó menos abundante segun que haya destilado en mayor ó menor cantidad el agua, y segun que en esta sea más ó menos soluble la base orgá-

nica expulsada. Así observamos que la *cicutina* se separa en mucha mayor cantidad que la *nicotina*, por ser esta mucho mas soluble en dicho vehiculo.

De esta propiedad se suele sacar partido en la investigacion toxicológica de estas substancias, cuando se hallan mezcladas con materias pulposas extraídas del estómago ó de otra procedencia, segun se vé en la generalidad de los autores. Con todo Orfila indica otro procedimiento que dá tambien muy buenos resultados y es como sigue:

Pónganse las materias blandas, ó los órganos préviamente reducidos á pequeños pedazos, en contacto de agua destilada y préviamente acidulada con sulfúrico puro, y fíltrese despues de tres ó cuatro horas de maceracion. Evapórese el líquido á un dulce calor hasta reducirlo á un sexto de su volúmen, y luego trátase con alcohol que suele precipitar alguna cantidad de materia orgánica no separada durante la evaporacion. Destilado el alcohol á un calor suave, y enfriada la masa, se trata con sosa hasta sensible esceso, á fin de poner en libertad el alcaloide, cuya presencia se descubre ya por su olor, y luego se agita con éter sulfúrico por espacio de algunos minutos en un tubo cerrado. Desde el momento en que se ha formado la capa etérea más ó ménos clara, se separa mediante un pequeño embudo con llave, y abandonado este líquido al aire en una cápsula de porcelana, deja por residuo de su evaporacion unas pequeñas estrias, á veces gotitas oleosas, y si fuese mas abundante el alcaloide, una capa

líquida que se puede recoger, y aun se pudiera rectificar con cloruro cálcico (1).

Aunque el olor de los dos alcaloides que nos ocupan es muy distinto, y aun pudiéramos decir característico, puede no presentarse con la debida pureza, ó ser en tan pequeña cantidad, que tengamos alguna duda, y sea necesario estudiar detenidamente sus propiedades distintivas, á cuyo fin las expondrémos separadamente, empezando por las de la nicotina.

NICOTINA.

Preséntase bajo la forma de un líquido oleaginoso, transparente, incoloro, bastante fluido, de una densidad de 1'048, que por el contacto del aire toma un color amarillo y aun pardo. Se volatiliza á 250° descomponiéndose en parte y dejando por esta causa algun residuo carbonoso. En una corriente de gas hidrógeno destila á 150° ó 200° sin descomponerse. Mézclase en todas proporciones con agua, alcohol y éter. Pone parduzco al papel de curcuma, y azul al de tornasol enrojecido, cualidades que os-

(1) Mr. Stás temiendo que el ácido sulfúrico ejerza alguna accion descomponente sobre estos alcaloides. recomienda el empleo del ácido oxálico, y luego de obtenido el oxalato, lo descompone por la potasa, y hace intervenir el éter como disolvente con los mismos cuidados que recomienda Orfila. Esta modificacion que nada perjudica los resultados, es sin embargo innecesaria, por cuanto la experiencia enseña que no debe temerse la accion del sulfúrico, si se usa con prudencia.

tenta con mas actividad la disolucion acuosa de la nicotina, que el alcaloide puro y anhidro. Tiene un sabor acre, y un olor fuerte, etéreo, que recuerda muy bien el del tabaco.

Tiene la *nicotina* todas las propiedades de una base enérgica, se combina con las bases y forma sales estables, solubles en agua y alcohol, pero insolubles en el éter, inodoras, pero de sabor fuerte á tabaco. Precipita los óxidos metálicos de sus respectivas sales, y la sal de nicotina que se forma, suelta de nuevo el alcaloide, si se destila con intervencion de una legia de potasa.

Si se agita con éter una disolucion de nicotina ó una de sus sales adicionadas previamente de una *lejia de potasa ó sosa*, el alcaloide se separa disuelto en aquel vehículo, y por la evaporacion en una capsulita de porcelana ó de cristal se obtiene en estado de pureza.

Con *cloruro de oro* dán las disoluciones de nicotina libre y combinada un precipitado amarillo rojizo, floconoso, que se disuelve dificilmente en ácido clorhídrico.

El *ácido nítrico* comunica á la nicotina un color amarillo más ó ménos subido, que por la calefaccion va poniéndose rojizo, parduzco, y al fin negro carbonoso.

Las reacciones que con este alcaloide producen el *ácido tánico*, los *cloruros mercúrico y platinico* y el *yoduro potásico yodurado*, deben considerarse como de segundo orden, porque son con corta diferencia iguales en los compuestos de *nicotina* y de

conina, por lo que no nos ocuparemos de cada uno de ellos en particular.

CONINA Ó CICUTINA.

Tambien esta se presenta bajo la forma de un líquido oleoso, incoloro que pardea en contacto del aire, cuya primera accion es enturbiarle considerablemente. Es menos densa que la nicotina 0'87; y se volatiliza mas fácilmente que esta, á 212°. Mézclase con alcohol y éter en todas proporciones, pero la accion del agua es muy distinta, necesitando de este vehículo cien veces su peso para disolverse. A pesar de todo, su disolucion acuosa, lo mismo que la alcohólica tienen reaccion fuertemente alcalina. Su olor es fuerte, nauseabundo, que se ha referido por algunos al del apio y al de orines de raton.

Así la energía de la cicutina en presencia de las sales metálicas, como las propiedades generales de las sales cicúticas, y la accion que sobre ellas ejercen los disolventes comunes, son con corta diferencia las mismas que las correspondientes á las sales de nicotina, por lo que no ofrecen caracteres distintivos.

Con *cloruro áurico* la conina dá un precipitado blanco amarillento, apenas atacable por ácido clorhídrico.

Con *ácido nítrico* toma un color rojo de sangre, bastante característico.

Las *disoluciones de albúmina* se coagulan en presencia de las disoluciones acuosas de cicutina, y como esta propiedad no es común á la nicotina, sirve para distinguirlas (1).

El *agua de cloro* produce sobre las disoluciones acuosas de cicutina un precipitado blanco, que segun Fresenius puede igualmente servir para distinguirla de la nicotina.

LECCION LXIII.

Procedimiento general toxicológico, ó sea conjunto de operaciones que hay que practicar cuando debe investigarse en un cadáver la presencia de alguna sustancia venenosa.—Exhumacion.—Autopsia.—Manipulaciones á que debe sujetarse el estómago.—Manera de obrar sobre la pulpa extraída del mismo.

En las lecciones que han precedido, hemos visto los caracteres que distinguen las sustancias tóxicas mas comunes, consideradas aisladamente, ó sea suponiéndolas casi desprovistas de cuerpos extraños. Mas en la práctica no se nos presentan en este estado, sino mas bien mezcladas con abundancia de materias orgánicas cuya influencia debemos evitar. A este fin, deben practicarse una série de operacio-

(1) Solo la *anilina* puede confundirse con la *cicutina* por esta propiedad.

nes, cuyo objeto es disponer los cuerpos á ser reconocidos, ya sea que tendamos á obtener líquidos primitivos, que sean sensibles á la accion de los reactivos comunes, ó que aislemos en estado de más ó ménos perfecta pureza los cuerpos objeto de estudio, para ponernos al abrigo de toda causa de error.

Vamos á suponer el caso mas complicado, esto es aquel en que debe procederse á la exhumacion de un cadáver donde se presume la existencia de alguna substancia venenosa, y en que de otra parte se carece de noticias relativas á los síntomas que pudo presentar el envenenado en los últimos momentos de su vida.

Exhumacion: no siempre es llamado el químico para dirigir esta operacion, que suele practicarse por mandato y á la vista del tribunal. En los casos en que esté presente, que debieran ser todos aquellos en que el objeto de la exhumacion no es el reconocimiento del cadáver, sino el análisis químico de sus restos en estado de putrefaccion más ó ménos adelantada, conviene disponer sean recogidas de preferencia las materias correspondientes á la region abdominal del cadáver, que recogidas en frascos oportunos, deberán ser conducidas al laboratorio.

Autopsia: esta operacion debe considerarse de la incumbencia del médico, que suele igualmente acompañar en estos casos al tribunal, por mas que sea en el fondo sencilla la extraccion ó aislamiento de las vísceras, objeto del análisis. Si hubiese alguna sospecha fundada respecto á la naturaleza del

veneno, convendrá elegir como objeto de estudio unas vísceras con preferencia á otras y bajo este punto de vista es conveniente la presencia del químico, aun suponiendo que no sea aquí el operador. En caso de no estar presente, conviene que el médico haga la extraccion y disponga además la perfecta reposicion de todas las vísceras que forman el aparato digestivo, así como las vejigas de la hiel y de la orina. Como es natural, la autópsia supone reciente fallecimiento de la víctima; de lo contrario viene á representarla esa recoleccion de las cenizas de que hemos hecho mérito al hablar de la exhumacion.

Operaciones sobre el estómago: trasladadas al laboratorio las vísceras, procede empezar el estudio del estómago. Hecho el reconocimiento físico de las paredes de éste, así como de las materias que contiene, para ver si es posible aislar alguna partícula, polvo, ó materia sobre la que pueda ser conveniente hacer investigaciones especiales, se procede á la extraccion de la pulpa, guardando la viscera, al objeto que despues se indicará.

Operaciones sobre la pulpa extraida del estómago: sujétese á la accion del agua en temperatura de la ebullicion, despues de colocada en la retorta de un aparato destilatorio, con el fin de obtener los productos volátiles. Estos deben de preferencia estudiarse, en los casos en que se presume que la substancia venenosa haya sido un ácido volátil, nítrico ó clorhídrico por ejemplo; sobre todo si transcurrió poco tiempo desde la defuncion al análisis. El

decocto que queda en la retorta, se filtra, y se pone á parte el líquido resultante, poniéndole una etiqueta que nos revele su procedencia.

El residuo que queda sobre del filtro en la operacion anterior se coloca en un matráz á la accion del alcohol, calentando suavemente la vasija por algunos minutos, y luego se filtra; la tintura alcohólica se guarda tambien aparte.

En el primero de estos líquidos, debemos buscar las *materias venenosas solubles*, como ciertas sales metálicas y la mayor parte de las alcoloídeas.

En el segundo, que es el alcohólico, debemos investigar la presencia de los *alcaloidas libres* principalmente.

LECCION LXIV.

Procedimientos de carbonización ó desorganizacion de las sustancias, préviamente tratadas por los disolventes neutros ó debilmente acidulados.—Operaciones á que debe sujetarse cada uno de estos líquidos obtenidos en las manipulaciones anteriores.

Siguiendo con las operaciones á que deben sujetarse las materias pulpáceas extraidas del estómag, debe tenerse presente que el residuo de la maceracion de la pulpa en agua y en alcohol sucesivamente, puede contener *alguna substancia metálica*

insoluble en aquellos disolventes. Para descubrirla, se empieza por carbonizar las materias orgánicas, á cuyo fin pueden seguirse diferentes métodos, de los que vamos á exponer los principales.

1.º Puede apelarse á la accion directa del fuego, que destruye aquellas substancias, y en el residuo carbonoso que se obtiene, debe buscarse la materia venenosa cuya existencia se sospecha. Al hablar de los vinos, ya dijimos que así se podia descubrir la presencia del óxido de plomo con que algunas veces se ha pretendido disfrazar su acidéz.

2.º Recomienda Orfila tratar las materias en cuestion por ácido nítrico concentrado, que como cuerpo oxigenante forma agua con el hidrógeno de aquellas, y las convierte en una masa negra, ó carbonosa. Como algunas veces se inflama espontáneamente, y el carbono es materia fuertemente reductora, se ha supuesto por algunos autores que en el reconocimiento del arsénico, podia esto dar lugar á la pérdida parcial ó completa del cuerpo que se busca.

3.º Aconsejan otros deflagrar con nitro en esceso las materias, á cuyo fin se ván echando por pequeñas porciones en un crisol de porcelana ó de platino previamente mezcladas con la mencionada sal. Despues de un rato, la masa entra en fusion tranquila, y se deja enfriar. Disuélvese en agua, descompónese por el ácido sulfúrico débil en esceso, y el sulfato potásico que se produce se precipita en gran parte. El líquido obtenido de esta suerte, es el que se sujeta á la accion de los reactivos especiales.

Segun Rapp. se puede hacer esta operacion, po-

niendo á fundir en un crisol el nitro, al que lentamente se vá añadiendo la substancia orgánica, que es casi instantáneamente descompuesta. Por lo demás se opera del mismo modo.

Algunos añaden al nitro que sirve para el objeto que nos ocupa, un poco de potasa cáustica, á fin de que si existe algun compuesto arsenical, se fije de una manera mas perfecta; pero es preciso convenir en que existiendo en esceso el nitro, dicho álcali es inútil, pues los compuestos arsenicales pasarán siempre á arseniato alcalino, que es muy fijo en la temperatura en que se opera.

Los compuestos de mercurio se volatilizan siempre en estas circunstancias, lo cual no debe olvidarse en su estudio químico toxicológico.

4.º Segun Danger y Flandin puede obtenerse la completa desorganizacion, calentando en una cápsula de porcelana las substancias con ácido sulfúrico en esceso. Descompónese este ácido, dando abundancia de gas sulfuroso, y al fin queda una masa carbonosa, que se calienta hasta que no despide vapor alguno. La masa seca, se rocía con una pequeña cantidad de ácido nítrico, y se vuelve á secar.

Suponen algunos prácticos ser necesaria una ebullicion prolongada del carbon resultante en agua destilada, á fin de evitar el que quede ácido sulfuroso, pues en las investigaciones del arsénico, puede su presencia dar lugar á que desoxigenándose por hidrógeno del aparato de Marsh, se forme agua, y el azufre se combine con dicho cuerpo dando sulfuro arsenical, que como es bien sabido, no reac-

ciona con el hidrógeno, y puede pasar desapercibido.

5.º Recomienda Jaquelin tratar las materias que se han de desorganizar por una corriente sostenida de cloro, que la destruye, dando al fin un licor bastante claro, ó enturbiado ligeramente por una substancia grumosa, que por el reposo se precipita. Un calor suave disipa el cloro en exceso. Solo la adipocira ó grasa de cadáveres se resiste á la accion descomponente de aquel gas.

Boissenot emplea para la produccion de la corriente de aquel gas, una vasija grande que se carga con hipoclorito de cal, sobre el que añade por pequeñas porciones ácido clorhídrico débil.

Hay otros muchos métodos, que ninguna ventaja llevan sobre los indicados. En todos ellos debe cuidarse que la materia orgánica quede descompuesta, de modo que con agua destilada dé un líquido transparente; de lo contrario, la accion de los reactivos se ejerceria de una manera imperfecta. Si no se logra despues de la primera operacion, es preciso repetirla, hasta que la destruccion de las materias llegue á ser completa.

De todos modos, en el líquido que se obtiene, deben buscarse solamente venenos minerales, cuyas reacciones ya tenemos indicadas.

En cuanto á los *líquidos acuoso y alcohólico*, que se han obtenido por la maceracion de la pulpa del estómago en las operaciones anteriores, deben destinarse, el primero al estudio de los venenos minerales solubles, así como de las sales alcaloideas, y

el segundo á la investigacion de los alcaloides libres.

A este fin, el *liquido acuoso* se divide en dos partes, en una de las cuales se buscan las sales alcaloideas insiguiendo el método de Orfila, tal como lo expusimos al hablar del reconocimiento del ópio y de las sales mórficas. El resto del liquido, debidamente descolorado en caso necesario, sirve para el estudio de los venenos minerales solubles.

El *liquido alcohólico* se evapora hasta consistencia de extracto, que se redisuelve en agua acidulada con ácido acético, procediendo en lo demás como en la investigacion de los alcaloides salificados, de que antes nos hemos ocupado.

Cuando el resultado de todos estos trabajos es infructuoso, hay que proceder al estudio de las membranas que constituyen el estómago mismo, para lo cual hay que cortarlas y aun pistarlas, á fin de sujetarlas luego al tratamiento indicado para la pulpa, y si fuere necesario, deben hacerse estudios químicos sobre las demás vísceras, que conforme hemos dicho, al hablar de la autopsia, deben guardarse al intento.

En los casos en que tengamos disponibles materias del vómito, ya sean arrojadas espontáneamente, ó por la accion de algun emético, deben ser estudiadas con preferencia, pues es muy comun hallar en ellas alguna cantidad de la substancia tóxica que buscamos.

LECCION LXV.

De las manchas de sangre, y de los medios físicos y químicos que la ciencia posee para distinguirlas de otras con que pudieran confundirse.

Es por desgracia frecuente que sea llamado el químico para examinar si son de sangre unas manchas más ó ménos rojizas, què se descubren en un objeto, en una pieza de vestir ó en una arma con que se supone haber sido perpetrado un crimen; y es asimismo comun que pueda aquel ilustrar la conciencia de los tribunales hasta el punto de verse perfectamente clara la inocencia ó culpabilidad de los acusados, contra los cuales se dirige el inexorable peso de la justicia.

Sin embargo, por muchos que sean los adelantos que la Química orgánica haya hecho respecto á la composicion de aquel importante líquido, por notables que sean los estudios respecto á su constitucion anatómica, y por extraordinarios que parezcan los esfuerzos de tantos profesores que han consagrado una gran parte de su vida en la resolucion de estos árduos problemas, no estamos en el caso de garantir, que la sangre esté en la imposibilidad de ser confundida con otras materias; ó lo que es lo

mismo, que dicho líquido pueda con más ó ménos dificultades ser descubierto, como quiera y donde quiera que se encuentre.

La sangre pura, y sobre todo fresca no puede ser confundida con líquido alguno natural ó artificial, ya sea preparado con substancias de uno ú otro reino de los en que se dividen los séres de la naturaleza, pues su composicion, su estructura, su materia colorante, y aun las transformaciones que experimenta, cuando salida de los vasos en que estuvo contenida sufre la accion de los agentes exteriores, constituyen otros tantos caractéres distintivos. Mas cuando este líquido de suyo complexo fué expuesto á la accion del aire seco ó húmedo, cuando estuvo adherido á los tejidos que pueden ser blancos ó teñidos con productos químicos varios, cuando dichos tejidos han sido casual ó intencionadamente lavados, cuando en fin llegó la sangre á secarse perfectamente, y en semejante estado permaneció por espacio de algunos meses ó años, preciso es convenir en que el químico mas entendido, el práctico mas diestro debe algunas veces darse por vencido ante el cúmulo de dificultades, que hemos de calificar de insuperables, por mas que otra cosa supongan algunos profesores, llevados de un mal entendido amor propio, de un verdadero orgullo científico.

En los años que llevamos de práctica son muchos los casos que se nos han presentado de reconocimiento de manchas de supuesta sangre, cuya resolucion se nos ha confiado, solos unas veces, y otras de acuerdo con respetables profesores ya far-

macéuticos, ya médicos, entre los cuales nos complacemos en citar á nuestro ilustrado compañero D. Rafael Saez y Palacios actualmente catedrático de Farmacia químico-inorgánica en la Universidad central, y al que fué no menos distinguido profesor de Medicina legal y Toxicología D. Ramon Ferrer y Garcés. En todos ellos nos hemos persuadido de lo difícil que es la resolucion de semejantes problemas á pesar de contar con alguna experiencia, de tener á la vista los consejos de los mas renombrados autores, así como los importantes datos de Orfila, de Briand, de Lassaigne, de Boutigny, de Persoz, de Barruel y de Taddeï, y de poseer toda clase de recursos materiales; de tal manera que nuestros dictámenes claros siempre, y decisivos las mas de las veces, han debido ser en otras, y con harto sentimiento nuestro, la expresion sincera de la insuficiencia de los recursos con que cuenta la ciencia, y de los cuales nos proponemos hacer á continuacion una razonada crítica.

Son de muy distinta naturaleza los medios que se han aconsejado para reconocer la sangre, fundados los unos en la *inspeccion física* que de dicho liquido ya sea recientemente salido de los vasos, ya desecado, puede hacerse; otros en las *propiedades químicas* que nunca faltan en los principios inmediatos, que le constituyen, y otros por fin en los *caractéres micrográficos* deducidos de la constitucion anatómica de la sangre, que á decir verdad es hoy bastante conocida.

Los medios del *primer grupo* se fundan en el color, lustre, fragilidad, ó lo que es lo mismo en el as-

pecto general de las supuestas manchas de sangre, y además en el olor, que tiene para algunos prácticos grande importancia. Dejando á un lado las observaciones propias de que pudiéramos hacer detallada reseña, llamaremos la atencion sobre lo sujetos que están á variar en general los caractéres físicos de los cuerpos, y principalmente de la sangre, que todos hemos visto seca, tierna, y además pegada á tejidos de distinta naturaleza, así como á cuerpos duros de porosidad varia, y más ó menos pulimentados. Todos sus caractéres se modifican de tal suerte, que en ningun caso puede tenerse la necesaria seguridad acerca la naturaleza de la materia que por procedimientos varios hayamos podido separar de la superficie de un objeto. Cuéntase de los señores Barruel y Lesueur que en pleno día no supieron ver siquiera unas pequeñas manchas de sangre sobre un objeto de color negro, que de noche habian sido reconocidas por otras personas, y que ellos mismos reconocieron mas tarde apelando á la luz artificial.

El olor de la sangre considerado como un carácter importante por Fourcroy, y con tanto entusiasmo recomendado por el mismo Barruel, ha perdido su interés desde el momento en que la mayor parte de los prácticos se han persuadido de su impotencia, sobre todo cuando se trata de pequeñas cantidades de materia, que es lo que suele acontecer en el reconocimiento de las manchas que nos ocupan.

Sin negar pues que en la sangre exista un principio aromático, que se desenvuelve con mayor efi-

cacia cuando se la pone en contacto del ácido sulfúrico, como dice Barruel, y que es diferente en las varias especies animales, pudiendo variar de tipo segun que se estudie en el macho ó en la hembra, así como que tenga íntima semejanza con el sudor de las distintas especies, creemos poder afirmar que en la generalidad de los casos será este un dato insuficiente para resolver problemas de tamaña importancia, atendida la dificultad de que el aroma se desenvuelva con la intensidad y limpieza necesarios para alejar todo género de dudas (1).

Por si no fuesen bastantes las consideraciones que acabamos de hacer en contra de los caracteres

(1) En nuestra humilde opinion todo procedimiento analítico fundado en un principio ó carácter, que no está al alcance de todos los observadores, ó que supone en estos una disposicion orgánica particular, ó cierto grado de perfeccion ó educacion de los sentidos, es defectuoso y de escasa importancia, pues ni pueden aprovecharse de él todos los profesores, ni los resultados que obtengan los que estén en aptitud de utilizarlos serán siempre iguales, ni siquiera aproximados. Cuando nos ocupamos del Lactoscopio de Mr. Donné, pág. 198 dijimos poco más ó menos lo mismo que decimos hoy del olor de la sangre, pues con aquel instrumento en la mano se obtienen tambien resultados que varian con la sensibilidad de la vista de los observadores, de manera que el grado típico correspondiente á la leche pura es para un observador el 45, mientras para otro será superior ó inferior.

Es indudable que á fuerza de práctica se saca partido de sus indicaciones, aunque sean empíricas, pero entonces son de admirar la sensibilidad, el mérito del observador, no del instrumento; y en tanto es así, que nosotros hemos visto algun facultativo, que por el simple exámen de unas gotas de leche colocadas en una cuchara de plata, ha formado concepto sobre las buenas ó malas cualidades del líquido, con mas seguridad y exactitud, que pudiera hacerlo otro profesor mediante el lactoscopio.

de la sangre deducidos de su aroma particular oigamos lo que sobre esto dice el ya citado Dr. D. Ramon Ferrer y Garcés. «Por nuestra parte podemos asegurar despues de algunos experimentos comparativos, que la diversidad de olores resultante del contacto del ácido sulfúrico con la sangre de varios animales, no se ha presentado de una manera tal que por el resultado de nuestros experimentos hayamos podido ni por aproximacion deducir la procedencia de un principio aromático; si bien convenimos en que dicho principio (que no siempre debe llamarse aromático) se desprende de la sangre y viene á herir nuestro olfato.

Es verdad que Orfila despues de repetidos experimentos, supone que dado el olor de la sangre, que en efecto es distinto en los varios animales, una persona que tenga bien educado el órgano del olfato podrá reconocer la sangre y distinguirla de otras materias, pero dice: *«siempre que pueda trabajarse sobre una cantidad notable de la misma.»*

De todo lo dicho se deduce, que el estudio físico de las presuntas manchas de sangre debe hacerse, sino con ánimo de dejar resuelto el problema, con el fin de reunir este dato mas á los que pueden y deben obtenerse mediante la accion de los reactivos químicos y la aplicacion del microscopio en los casos en que lo tengamos á nuestra disposicion.

Es oportuno en consecuencia tener presente que las manchas de sangre tienen un color rojo pardo, más ó ménos obscuro, segun la clase y color de los objetos en cuya superficie se la examina, segun que

tenga más ó ménos serosidad, y tambien segun que sea más ó ménos abundante.

Así se comprende, que dicho cuerpo se separe bien de la superficie de algunos objetos sin dejar impresion alguna, y dando un polvo rojo obscuro, á veces con reflejos verdosos; al paso que otros le retienen tan fuertemente adherido, que solo por los recursos físico-químicos podemos separarle; de tal suerte que algunas veces hacemos el estudio de las propiedades químicas de la substancia, sujetando á la accion de los oportunos disolventes el objeto sobre que aquella se encuentra adherida.

Los medios del *segundo grupo* son los fundados en las propiedades químicas de los principios inmediatos de la sangre, segun llevamos dicho; y sin negar que tienen grande importancia los estudios micrográficos que por diferentes químicos y médicos se han hecho en estos últimos años, los consideramos de aplicacion mas fácil y mas general, y aun de resultados mas seguros en muchos casos.

Varios son los caractéres que ofrece la sangre, pero los mas interesantes para el químico-legista, son los fundados en la accion de los reactivos sobre su materia colorante, así como su albúmina y fibrina. Obsérvase en efecto que aun en pequeña cantidad la sangre fresca ó desecada, más ó ménos añeja, pegada á los metales, piedras, maderas, tejidos ú otros objetos, presta al ponerla en contacto del agua pura, su materia colorante, la cual, ofreciendo ó no estrias segun la manera como se procedió, comunica á aquel liquido un tinte rosado más ó ménos

intenso, y le cede en cantidad notable ó por lo menos muy sensible partículas de albúmina y de fibrina. Si el líquido rosado se calienta hasta temperatura de ebullicion, se enturbia, pierde su color rojizo, y va depositando lentamente copos de albúmina y fibrina, que desaparecen al añadir unas gotas de potasa, en cuyo caso el líquido toma el aspecto esencialmente característico. Su color es entonces verde más ó ménos intenso mirado por reflexion, y rosado por refraccion, esto es colocado entre la luz y el ojo. Si en este estado se trata con agua de cloro, ó con ácidos nítrico ó clorhídrico y singularmente con este último, se enturbia de nuevo, pudiéndose alternativamente obtener claro y turbio diferentes veces por la accion de los mencionados reactivos, á la manera que lo hace un precipitado albuminoso. Escusado es decir que en cada redisolucion y precipitacion disminuye la intensidad del color rojizo, así como la turbulencia del líquido, pues va diluyéndose ó extendiéndose el material que produce aquel fenómeno característico.

A nuestro entender, el contraste entre los colores del líquido que nos ocupa segun la manera, de herirle los rayos luminosos, al mismo tiempo que la precipitacion y redisolucion de las partículas fibro-albuminosas por la accion de los agentes que llevamos indicados, constituye un cuadro de propiedades, que no puede presentar ninguno de esos cuerpos considerados como confundibles con la sangre, ya sean manchas producidas por los zumos vegetales que han obrado sobre instrumentos cor-

tantes de hierro, ya por materias colorantes de cualquier clase, ya por excrementos de chinche, ya por el vino, de los cuales vemos con harta frecuencia se preocupan algunos autores.

Pero hay mas: estas propiedades que llamamos características las presenta la sangre de los individuos de ambos sexos, lo mismo en estado de salud que en estado patológico, segun nos lo ha hecho ver un sinnúmero de ensayos hechos con sangre extraída de enfermos varios, de muger durante el período menstrual, procedente de abcesos y diversamente mezclada con pus, y por fin salida espontáneamente de órganos afectados de visible inflamacion, donde aquel líquido se presentaba mezclado con orines, dejando ver además partículas de epitelio (1).

De tal modo es importante el estudio de las manchas de sangre, que Boutigni á pesar de lo terminante de las reacciones que nos acaban de ocupar, se lamenta de que en algunos casos la pequeña cantidad de materia disponible haga difícil la resolucion del problema, por ser apenas visible el cambio de color y aspecto que los mencionados agentes pueden producir sobre el escaso volúmen que de

(1) Hánse recomendado otros reactivos para distinguir la sangre, por ejemplo los nitratos de mercurio, el tungstato de sosa, etc., cuya accion se ejerce mas especialmente sobre los principios fibro-albuminosos unas veces, y otras sobre la materia colorante de la sangre. Ninguno de ellos tiene una accion tan general, ni produce efectos tan sensibles como los que dejamos expuestos, razon por la cual nos creemos dispensados de entrar en detalles acerca su uso.

líquido resulta, y asegura que reduciéndole al *estado esferoidal* puede aumentarse mucho la sensibilidad de la reaccion que hemos calificado de característica.

Al efecto recomienda calentar al rojo una pequeña cápsula de plata de fondo plano, sobre la cual se echa á beneficio de una pequeña pipeta una gota siquiera del líquido resultante de la maceracion de la supuesta sangre en agua, y se observa instantáneamente el cambio de aspecto del líquido, que se pone gris verdoso, readquiere su transparencia al contacto de una barilla mojada en potasa, para ponerse de nuevo turbia al tocar la esfera con la punta de otra barilla mojada en clorhídrico, presentándose los mismos cambios de color de que llevamos hecho mérito, segun que el líquido alcalino claro se mire por refraccion ó por reflexion.

No negarémos la gran sensibilidad del procedimiento recomendado por el distinguido farmacéutico de Evreux, que hemos estudiado y admirado, empleando unas veces sangre fresca y otras desecada; pero dudamos que puedan presentarse casos en que este método sea de aplicacion necesaria, pues aun suponiendo muy pequeña la cantidad de materia disponible, como alguna vez nos ha sucedido, nunca dejan de obtenerse unas gotas de agua más ó menos rosada capaz de presentar las reacciones características, ya sea colocándolas en un pequeño tubo de ensayos, ya sobre placas de vidrio de colores convenientes que pueden igualmente sujetarse á la accion del calor, como á la de los reactivos.

En todos los casos, los tejidos en cuya superficie estuvo adherida una cantidad apreciable de sangre, que se sujetó á la maceracion en agua destilada á fin de que se atacara ó disolviera su materia colorante, si se sujetan á la accion suave de un instrumento cortante, se separan constantemente algunas hebras de fibrina muy apreciiables, y aun á la simple vista se notan pegadas al tejido, si este tiene un color algo obscuro.

Persoz ha recomendado para distinguir las manchas de sangre, el uso del ácido hipocloroso, el cual ejerce sobre las materias colorantes orgánicas una accion destructora que no se deja sentir sobre aquella materia; pero está hoy probado que ni la sangre resiste la accion del ácido hipocloroso cuando es muy duradera, ni deja de existir alguna substancia colorante sobre la cual dicho ácido tiene muy poca accion. Con este motivo se considera de escaso valor el método que nos ocupa.

Réstanos añadir que en algunas ocasiones se complica el reconocimiento de la sangre por no tener el químico suficiente cuidado en la disposicion de los objetos sobre que se trabaja. Así cuando las manchas existen sobre una prenda de vestir, sobre un tejido cualquiera, que además de los principios de la sangre, contiene materia colorante atacable por el agua, ó substancias viscosas de naturaleza animal ó vegetal, que dan al tegido un aspecto más ó ménos mugriento, es conveniente, á veces indispensable, operar no sobre dicho tejido, sino sobre la materia que con mucho cuidado podemos separar

por los medios mecánicos comunes, aun que sea en pequeña cantidad. Reunida ó envuelta esta en un pequeño pedazo de tela de hilo ó de algodón , y sujetado oportunamente, la inmergirémos en el agua destilada de antemano colocada en un tubito de ensayos, y observaremos que sale al través de las mallas del tejido la materia colorante de la sangre, formando estrias, y dando lugar á la série de reacciones químicas que llevamos indicadas.

De otro modo, puede suceder que la materia colorante del tejido, aun careciendo de materia sanguínea, dé lugar á la formacion de estrias rojizas, que si bien no se prestarán al conjunto de reacciones distintivas, nos predispondrán á ver los caracteres afirmativos de la sangre, lo cual siempre será un mal, y quizá un verdadero peligro, si el observador no está muy versado. Tambien podrá suceder, que el tejido teniendo sangre, ceda al agua cantidad sensible de materia colorante azul, verdosa ó negruzca que impida la observacion del color rosáceo característico, y además modifique ú ofusque las reacciones ulteriores de la substancia que se estudia. Respecto á las materias orgánicas que hacen mugrientos los tejidos, hemos de convenir en que son las mas temibles, pues en ellas figura como componente, ya que no la materia fibrinosa, las albuminoideas, que al fin y al cabo comunican al agua en cuyo contacto se han puesto, la propiedad de enturbiarse por el calor, de aclararse por la potasa y de volverse á enturbiar en contacto de los ácidos, cualidades que hemos asignado á la materia sanguínea.

Calcúlese por lo tanto, cual será el riesgo, sobre todo para un profesor no muy ducho, si un tejido que no tiene sangre, pero que es teñido, ó que tiene estampada una de esas materias colorantes, rojas más ó ménos atacables por el agua, vulgarmente llamadas colores falsos, y al mismo tiempo tiene pegada alguna substancia que lo hace mugriento; el problema, aun en este caso, tiene segura resolucion, las dificultades no son aun invencibles en manos expertas, pero ¿podrémos negar que se ofrecerán dudas, que aparecerán siquiera momentáneamente conceptos equivocados? Seguramente que no.

Téngase pues en cuenta al practicar estas operaciones, que si la cantidad de la supuesta sangre lo permite, es lo mas conveniente estudiarla separada de los tejidos; mas, si no fuera esto posible, hay que cortar en tiras el tejido y suspendidas de un hilo hacer que se pongan en contacto del agua destilada que préviamente se ha puesto en un tubo, á fin de observar la formacion de estrias y demás fenómenos que llevamos indicados. Si fuese una arma blanca la que tuviese las manchas, será muy fácil la separacion de la materia roja sospechosa, que si fuese sangre no puede en manera alguna confundirse con los compuestos de hierro que los zumos neutros ó ácidos vegetales pueden producir en su superficie. Si finalmente fuese un objeto de madera, mármol ú otra substancia dura, rasparémos sus superficies ó caras para reunir la materia sospechosa, y si fuese un objeto de pequeño tamaño podria sujetarse entero á la accion del agua destilada por el tiempo necesario,

á fin de obtener el líquido sobre que deben dirigirse mas tarde nuestras investigaciones químicas.

LECCION LXVI.

Reconocimiento de las manchas de sangre por medios micrográficos.—Procedimientos que se han propuesto para distinguir la sangre humana de la de otros animales.

Los estudios micrográficos constituyen, segun vimos en la leccion última anterior, *el tercero de los grupos* en que nosotros dividimos los medios para investigar la verdadera naturaleza de las manchas que parecen de sangre, y hemos de convenir en que á pesar de los importantes descubrimientos de los modernos micrógrafos, no pueden en nuestro sentir considerarse de tanto valor, ni de aplicacion tan general como los procedimientos químicos, los que se fundan en la aplicacion de ese importantísimo instrumento físico.

Consideramos perfectamente conocida la constitucion anatómica de la sangre; aunque con alguna dificultad, hemos llegado á distinguir en la sangre humana fresca las tres clases de glóbulos, que con tanto detenimiento nos describe el Dr. Ch. Robin; nos hemos podido formar cargo de la presencia de glóbulos blancos en el pus y en otros líquidos ani-

males; pero á decir verdad, no hemos podido adquirir el convencimiento de que en el estado actual de la ciencia, puedan resolverse con seguridad las importantes cuestiones que se rozan con la investigacion de la naturaleza de las supuestas manchas de sangre, no teniendo á disposicion otro instrumento que el microscópio, cualquiera que sea el grado de su sensibilidad ó poder aumentativo.

Y no se crea que al expresarnos así, pretendamos rebajar el mérito de esos hombres admirables que han debido consumir mucho tiempo, y poner á prueba el órgano de la vista para trazarnos el camino de tan notables investigaciones, ni que pretendamos calificar de inútiles, los datos que con la ayuda del microscopio se han reunido ya, y puedan en adelante acumularse; los consideramos por el contrario de gran valor para el progreso de la anatomía, de la fisiología y de la patología en general, y reconocemos además en ellos un comprobante ó justificativo de las propiedades fisico-químicas que en la sangre observamos, ya se la estudie fresca ó por mas ó ménos tiempo abandonada á la accion de los agentes externos.

Escribimos hoy para nuestros alumnos, para jóvenes estudiosos, á quienes suponemos algo versados en el arte de experimentar, y conocedores además del uso del microscópio; pero aun así es imposible que se formen cargo de la impresion que hemos recibido, del vasto campo, del complicado laberinto que á nuestra vista se ha presentado cuantas veces hemos tratado de estudiar, no la sangre fresca y

pura, colocada en el porta objetos del microscópio, sino la sangre desecada, extraída de la superficie de un tejido con cuyas tenues fibras se hallaba interpuesta, adherida, identificada de tal modo, que era imposible su separacion en estado de pureza, y además sensiblemente alterada en su composicion, por haber experimentado la accion del aire y la humedad. Descolorado enteramente, ó á lo mas con puntos amarillo rojizos el líquido resultante de la mace-
racion de la sangre en pequeñas cantidades de agua, arrugados los glóbulos, comprimidos, rotos, en una palabra completamente desfigurados; la fibrina y albúmina confundidas por haber desaparecido la estructura filamentosa que caracteriza á la primera, sin poder distinguir glóbulo alguno blanco; se presenta la masa sanguínea bajo la forma de un cuerpo informe, donde en cambio se distinguen hebras persistentes del tejido, pequeños hongos alternando con partículas globulosas y brillantes, y aun con moléculas cristalinas al parecer minerales, que acreditan en conjunto la desorganizacion del líquido sanguíneo cuya constitucion anatómica debia servir de carácter esencialmente distintivo. En estas circunstancias, aun el estudio químico de la sangre deberá ser muy difícil; sin embargo desleida una cantidad de la materia en agua destilada, y examinada la accion que sobre ella ejerce el calor, los álcalis y los ácidos de que nos hemos ocupado en la leccion anterior, vemos claramente los fenómenos de enturbiamiento, redisolucion, y precipitacion, y lléganse á distinguir, aunque en escala reducida, los cambios de color del

líquido mirado por reflexion y por refraccion alternativamente.

Ahora bien; si estas dificultades aparecen al estudiar unas manchas que al fin y al cabo nos consta son de sangre humana, ¿con cuanta mas razon deberán sobrevenir en el reconocimiento de las que son de procedencia desconocida, y de naturaleza por lo tanto dudosa?

Preciso es convenir en que los caracteres micrográficos de la sangre, importantes siempre, y capaces en la mayoría de los casos de completar la fisonomía de la materia sanguínea, delineada ya por los procedimientos químicos, no bastan, en determinadas circunstancias para infundir en el ánimo del químico-legista aquella seguridad que tanto necesita para que su dictámen sea decisivo. De todo lo cual resulta, que con el auxilio del microscópio no podemos alcanzar la resolución de ciertos problemas, que se resuelven por la acción de los reactivos oportunamente empleados, pero á pesar de todo es de sumo interés el estudio microscópico de la sangre, el cual debe hacerse con las precauciones que vamos á indicar, empezando por la descripción de dicho líquido, tal como se presenta examinado con aquel instrumento, en estado fresco ó recientemente extraído de los vasos.

SANGRE FRESCA.

Preséntase bajo la forma de un líquido amarillo rojizo, ó rojo claro, que permite distinguir fá-

cilmente dos clases de glóbulos, á saber los *rojos* y los *blancos*.

Los *primeros* llamados con mas propiedad *discos rojos* de la sangre atendida su forma, son los mas numerosos. Tienen en efecto la forma de un disco con los bordes redondeados, y con una depresion en cada una de sus caras, de color amarillo más ó menos rojizo, segun el modo como reciben la luz y el espesor de la capa que se examina. Su diametro, poco variable al parecer es de unos 0'007 milímetros y su espesor de 0'001 milímetros. Distinguese en el centro de estos pequeños discos un punto, de color algo distinto, gris obscuro, que algunos lo han calificado de una simple mancha y otros lo han considerado como un verdadero nucleo central, á veces poco apreciable. Vistos de lado, se presentan bajo la forma ovoidea prolongada, algunas veces de espesor desigual en ambos extremos, que son siempre redondeados. Segun el Dr. Robin la materia de los glóbulos es suficientemente elástica, para que al comprimirlos tomen una forma cualquiera, volviendo á adquirir la que primitivamente tuvieron en cuanto cesa la fuerza comprimente. Nosotros no nos hemos formado cargo de esta propiedad, pero hemos deducido siempre esta elasticidad, de las formas poliédricas que los glóbulos toman en virtud de la compresion que unos sobre otros se ejercen recíprocamente, cuando están formando capa algo gruesa.

Los *glóbulos blancos* son verdaderas partículas esféricas, cuyo volúmen aproximado es de 0'008 mi-

límetros, incoloros, bastante transparentes , de superficie lisa, diseminados al parecer entre las partículas fibrinosas, y en escaso número si se les compara con los glóbulos rojos.

El agua les hincha, endureciendo la materia central, y al mismo tiempo aumenta su fuerza de adhesion. El ácido acético termina su coagulacion , y luego los disuelve produciendo una masa homogénea. Por la desecacion se deforman y aun se adhieren unos á otros , formando masas irregulares , fáciles de confundir con los glóbulos de pus.

Háblase en algunos autores de los glóbulos blancos, de tamaño inferior á los que llevamos descritos muy escasos en número, de forma igualmente esférica, y cuyo diámetro alcanza solo 0'005 milímetros. Son insolubles en el ácido acético, y constituyen los llamados *globulinos* del Dr. Robin, que con este motivo admite en la sangre *tres clases de globulos* ; mas como los últimos son muy escasos, no se les ha dado hasta ahora importancia en los estudios microscópicos de la sangre.

SANGRE DESECADA.

Los *glóbulos ó discos rojos* de la sangre toman una forma poligonal cuando se desecan , y algunas veces se distinguen en su contorno verdaderas asperezas ; si la desecacion tuvo lugar sobre un tejido del cual la sangre debió separarse mediante el escalpelo ú otro instrumento cortante, se distinguen masas informes de color más ó ménos rojizo que son

glóbulos rotos, y aun cuando por la maceracion con sulfato de sosa disuelto los glóbulos enteros se hinchan, se redondean, adquieren aproximadamente su primitiva forma, estos desechos siempre persistentes dificultan algo su observacion en los casos en que son abundantes.

Por la accion de la sal comun, así como por los álcalis débiles se ablandan y al fin se disuelven. El carbonato, sulfato y aun el fosfato de sosa, casi los conservan intactos (1).

El agua los vuelve esféricos, mas luego los disuelve, si es abundante. El ácido áutico los disuelve mas pronto (2).

ESTUDIO MICROSCÓPICO DE LA SANGRE DONDE QUIERA QUE SE ENCUENTRE.

Por lo mismo que la materia azoada que constituye la base de los glóbulos es soluble en el agua, dando lugar á la precipitacion de la materia colorante roja, se deja comprender que si los objetos ó tejidos donde se hallaba la sangre fueron lavados,

(1) Conviene fijar la atencion sobre la *fibrina de la sangre*, cuya estructura sirve de mucho en el reconocimiento de las manchas. No hacemos aquí su descripcion porque tenemos necesidad de ocuparnos de dicha substancia al describir el aspecto que aquellas ofrecen al estudiarlas sobre los tejidos ú otros objetos.

(2) Cuando queremos que la sangre no se coagule despues de separarla de los vasos, ya sea con el fin de aislar la fibrina, ó la materia colorante, le añadimos sulfato sódico, que no solo impide la ormacion del coagulo, sino que se conserva por mucho tiempo el color rojo vivo de dicho líquido

el resultado de nuestros estudios microscópicos dejará mucho que desear. Mr. Robin confirma que en este caso el estudio de la sangre es imposible, pues el microscópio no puede hacer que reaparezcan los glóbulos; pero quedan, dice, los elementos mezclados de tal modo, que aun es posible poner de manifiesto algunas de las propiedades químicas de la materia sanguínea.

Para evitar que los glóbulos se ataquen, se han recomendado sustancias varias, y aun se venden líquidos especiales para preparar las manchas; con todo bastará saber, que maceradas con glicerina ó con disolucion de sulfato de sosa no se afectan, para emplear con seguridad dichos líquidos en vez del agua destilada pura.

Cortado por lo tanto en tiras oportunas el tejido, se ponen en contacto de una disolucion saturada en frio de sulfato de sosa, en la que se dejan por espacio de algunas horas si las manchas no son muy añejas, ó por algunos dias si han transcurrido meses ó años desde que el líquido salió de sus vasos naturales. Cuando la materia está suficientemente ablandada, se separa mediante un instrumento cortante que se pasa con suavidad, y bajo la forma de un líquido espeso, se pone sobre un disco de cristal, que despues de cubierto con otro de magnitud y forma parecida, á fin de que se extienda por igual la materia, se coloca en el porta-objetos del microscópio.

No hay duda, que en este caso se distinguen claramente particulas filamentosas de fibrina, y aun

glóbulos ó discos rojos de la sangre, enteros, alternando con desechos ó porciones irregulares de otros que se rompieron por la accion del instrumento cortante; es igualmente cierto que aun cuando dichos glóbulos hayan sido desecados, que se hallen reunidos, pegados y aun comprimidos unos con otros, tienen un aspecto que no permite sean confundidos con materia alguna mineral ú orgánica; pero no se pierda de vista, que al observador se le presentan al mismo tiempo una multitud de cuerpos extraños á los que nos referíamos al principio de esta leccion, cuando calificábamos de muy difíciles estas investigaciones.

Dejando aparte los terribles efectos de la desorganizacion de la sangre, de la putrefaccion de la materia nitrogenada que constituye los glóbulos, lo mismo que de la fibrina, porque no siempre habrá tenido lugar, existen siempre como causas de error los filamentos del tejido; con mucha frecuencia partículas glóbulosas de aspecto orgánico, calificadas por los prácticos de verdaderos hongos microscópicos, unas veces incoloros y otras de color sensiblemente amarillento; (1) á parte de una infinidad de moléculas minerales y orgánicas que se separan inevitablemente del tejido, sobre todo cuando se trata de una pieza de vestir usada, quizás mugrienta, que perteneció á un presunto reo.

(1) Se fija el diámetro de estos hongos, diciendo que varía de 0'003 á 0'007 milímetros, lo cual prueba que su tamaño es aproximadamente el de los glóbulos sanguíneos; su forma esférica ú oblonga es fácil de distinguir por una persona algo versada.

Por esto los mas entendidos prácticos llaman tanto la atencion sobre dichas causas de error en estos importantes estudios; por esto el mismo Dr. Robin describe y copia la forma de los cuerpos extraños con la misma exactitud y perfeccion con que nos representa los elementos anatómicos de la sangre, y por esto en fin nos habla de la presencia de las partículas epiteliales en la sangre procedente de las membranas mucosas, que si bien son un poderoso recurso para el químico ó para el médico-legista cuando se trata de una causa sobre violacion, representan en muchos otros casos un nuevo germen de complicaciones.

En virtud de cuanto dejamos expuesto, y de otras consideraciones que omitimos por no hacer demasiado larga esta interesante leccion, no nos cansaremos de aconsejar á aquellos de nuestros discípulos que pretendan dedicarse con provecho á la resolucion de semejantes problemas, que no pierdan de vista cuanto acabamos de exponer, y que no se resuelvan á dar dictámen alguno, sobre tan difícil é importante materia sin hacer antes un detenido estudio microscópico de la sangre fresca, de la desecada sobre un vaso limpio de vidrio ó porcelana, y finalmente sobre algunos tejidos preparados expresamente para ello, á fin de tener establecidos verdaderos puntos de comparacion.

MEDIOS PARA DISTINGUIR LA SANGRE HUMANA DE LA
DE OTROS MAMÍFEROS.

Por muy concluyentes que sean las pruebas á que hemos dicho podian sujetarse las manchas para reconocer si son ó no producidas por la sangre, no bastan algunas veces para satisfacer las exigencias ó aspiraciones de los encargados de la administracion de justicia, pues podrá ocurrir que recaigan sospechas de un crimen contra determinados sujetos en cuya habitacion se halle casualmente un instrumento cortante manchado con sangre de un animal cualquiera. Se comprende fácilmente la conveniencia y aun la necesidad de resolver entonces, si la sangre, causa de la sospecha, procede de la víctima hallada, quizás á poca distancia de la referida habitacion, ó si en efecto es de un animal doméstico segun se deduce de la declaracion del acusado.

A nadie se oculta la importancia que tendria en semejante ocasion un procedimiento que facilitara la resolucion del problema con seguridad; pero por desgracia esta seguridad no existe á pesar de los esfuerzos que con la mejor intencion y notable constancia han hecho personas tan notables, como los señores Robin, Salmon y Taddeï.

Los dos primeros han propuesto distinguir la sangre humana de la de otros animales, fundándose en las diferencias de forma y aun de magnitud que

presentan los glóbulos sanguíneos, así como en el aspecto de la trama que forman las partículas fibrinosas estudiadas como es natural con el ausilio del microscópio; pero prescindiendo de los inconvenientes ó causas de error de que hemos dicho estábamos amenazados al usar aquel interesante instrumento para el estudio de la sangre en general, las diferencias de forma y magnitud de la fibrina y glóbulos observados con tanta exactitud por los mencionados autores al comparar la sangre del hombre con la de las aves, no se descubren cuando aquella se compara con la de diferentes mamíferos, algunos de ellos usados como alimento, y otros considerados como compañeros del mismo hombre.

Apelando Taddei á los cambios de aspecto y sobre todo de fluidez ó consistencia que á la sangre debidamente preparada imprimen ciertos agentes químicos, ha tratado de distinguir la sangre humana de la de otros animales empleando aparatos especiales que le ha sugerido su ingenio, su envidiable práctica; y por consecuencia de sus investigaciones físico-químicas nos presenta divididos los mamíferos en grupos que pudiéramos llamar *órdenes*, atendiendo simplemente á la mayor ó menor fluidez ó plasticidad adquirida por la accion de bien combinados reactivos. Nos habla del grupo *Animales de sangre no fluidificable* que comprende los *Rumiantes*; de los de *sangre medianamente fluidificable*, donde corresponden los *Cuadrumanos*, *Paquidermos*, *Solipedos* y parte de los *Roedores*; y finalmente de los de sangre muy *fluidificable*, en cuyo grupo se en-

cuentra el *hombre*, pero existen con igual propiedad algunos de los mismos *Roedores*, y sobre todo muchos *Carnívoros* entre ellos el *perro* y el *gato*.

Dejando á parte la complicacion y aun la duracion de los múltiples ensayos que recomienda practicar el autor de este método, no podemos admitir por ahora como suficientes los recursos que nos proporciona, para venir en conocimiento de si son de sangre humana ó de otros animales las manchas sobre las cuales versa la duda.

LECCION LXVII.

De los procedimientos que pueden recomendarse para distinguir las manchas de licor espermático.

Raros son por fortuna los casos en que el químico-legista es consultado acerca el mayor ó menor fundamento que pueden tener las sospechas de violacion que recaen sobre determinada persona, pues son muchas las ocasiones en que la duda se disipa mediante averiguaciones de diversa índole que están al alcance de los tribunales, ó por la inspeccion que de los órganos necesariamente afectados hacen los profesores de medicina nombrados al intento; sin embargo es algunas veces útil y aun indispensable para completar la prueba, conocer la verdadera na-

turaliza de ciertas manchas que aparecen, ya en las sábanas de la cama donde se supone perpetrado el crimen, ya en las prendas de vestir del acusado, ó de la persona que se supone víctima de la violación.

Difícil es, en verdad, la posición del químico en semejantes casos, no por lo penoso de los trabajos ú operaciones á que debe sujetar el llamado cuerpo del delito, sino por la escasez de recursos con que cuenta para asegurar si son ó no espermáticas las mencionadas manchas, toda vez que son muy parecidas sus reacciones químicas con las que presentan otros líquidos animales.

En vano se esfuerzan los autores en hacer estudios comparativos entre las propiedades químicas del *licor espermático* y de las *substancias mucosas vaginal y nasal*, así como de los *humores blenorragico y leucorreico*, y aun de la *materia cerebral* y de los *líquidos del huevo*; si se estudian con determinimiento las diferencias encontradas, no pueden en manera alguna considerarse suficientes para distinguir con seguridad las unas de las otras; á mas de que algunas veces podrá presentársenos el verdadero *espermá*, naturalmente acompañado de alguno ó algunos de los mencionados líquidos confundibles.

A nuestro entender, las propiedades químicas del *licor espermático* constituyen por sí solas un carácter de segundo orden en la resolución de tan áridos problemas, de tal modo que nunca nos bastarian para emitir nuestra opinion; unidas empero á las propiedades físicas, al aspecto y olor singularmen-

te, y sobre todo robustecidas con los datos que puede arrojar su exámen microscópico, nos han puesto en situacion de poder dar un dictámen fundado, con-cienzudo, en los pocos casos en que sobre este asunto hemos sido consultados por los tribunales.

Veamos pues, cuales son los caractéres físicos químicos y micrográficos del licor espermático.

Caractéres físicos : preséntanse las manchas de esperma de forma irregular con los bordes frecuentemente sinuosos, de un color gris amarillento, rígidas á manera de manchas de engrudo de almidon, de un olor particular muy característico, apreciable sobre todo en la esperma reciente, pero muy sensible aun en la que estuvo desecada por más ó ménos tiempo, y que se humedecié oportunamente.

Caractéress químicos : disuélvense las manchas perfectamente en el agua á la que comunican sin embargo cierta opalinidad; calentando el líquido préviamente filtrado, dá lugar á la precipitacion de unos copos glutinosos, pero retiene gran cantidad de materia nitrogenada en disolucion, y ofrece en contacto del papel de tornasol reaccion sensiblemente alcalina. Evaporado á sequedad, dá este líquido un producto transparente, lustroso que en temperatura roja incipiente se descompone, dando todos los productos de la destilacion seca de las sustancias nitrogenadas. Si antes de la evaporacion se trata con *ácido clorhídrico* con *cloro*, con *alcohol*, con *tanino* ó con *sublimado corrosivo*, se forman precipitados blancos más ó ménos agrisados. Finalmente, tratadas las manchas en cuestion por al-

cohol, aunque no se afectan profundamente, ni disminuyen su consistencia, se disuelve una pequeña cantidad de materia, que se obtiene por la evaporación del líquido.

Caractéres micrográficos: del mismo modo que sucede en la sangre, no podemos formarnos cargo á la simple vista de la constitucion anatómica de la esperma, y de ahí la grande importancia de los estudios que se hacen de dicha materia con auxilio del microscópio; tanto mas, cuanto que la mayor parte de los autores sientan el principio quizás algo exagerado de que solo puede asegurarse que unas manchas son de esperma cuando hayan podido observarse de una manera clara los *zoospermos*, ó *animalillos espermáticos* (1).

Para estudiar unas manchas al microscópio, es necesario lo mismo que en las de sangre, cortar en tiras el tejido, de tal manera que cerca del extremo de estas, corresponda el todo ó parte de la materia, objeto de estudio, y se coloca en un vidrio de reloj, ó en una pequeña cápsula de porcelana, donde se ha puesto un poco de agua, procurando que el tejido esté inmergido hasta cerca de la mancha, pero sin que esta llegue á afectarse, toda vez que como llevamos dicho, se disolveria. Al cabo de poco tiempo, sobre 40 á 60 minutos, segun que fuese

(1) Calificamos de exagerado este principio, porque está perfectamente comprobado, que al llegar á cierta edad, faltan en el semen del hombre los *zoospermos*. Lo mismo se ha observado en personas jóvenes aun, pero atacadas de ciertas enfermedades.

más ó ménos añeja, está suficientemente blanda, para ser separada con un instrumento cortante, y ser colocada en el porta-objetos del microscópio con los mismos cuidados que dijimos al ocuparnos de los caracteres micrográficos de la sangre.

Algunas veces la cantidad de materia de las manchas es bastante considerable, para que podamos humedecerla con un pincel mojado en agua, que se pasa por su superficie, despues de lo cual se levanta fácilmente una parte de la materia, y se procede conforme antes hemos indicado.

Si bien el aspecto de la materia espermática, ya se la examine tierna, ó humedecida con agua despues de haber sido desecada, ofrece ciertos caracteres que no desaparecen aun cuando transcurran dias, meses, ó años, desde su eyaculacion hasta su exámen, como asegura Bayard, no debe olvidarse que cuanto mas haya estado en contacto del aire, cuanto mayor haya sido su desecacion, tanto mas fácil es que se reunan con ella partículas minerales ú orgánicas, que si no pueden confundirse con los elementos anatómicos del esperma, pueden oscurecer mas y mas el complicado cuadro que se presenta á los ojos del observador.

Dejando á un lado el aspecto que presentan las fibras del tejido, de donde pudo separarse la *materia espermática*, cuyo grueso, color y lustre serán muy varios, así como las partículas minerales más ó ménos gruesas, cristalinas ó amorfas, segun su naturaleza y procedencia, permite preciar siempre los zoospermos, ya enteros, ya mezclados con desechos,

cabezas y colas sueltas de los mismos. Dichos animales de color gris pálido y transparentes presentan una cabeza algo aplastada, que algunos llaman cuerpo ó disco, de longitud de unos 0'005 milímetros, siendo su espesor de 0'002 milímetros; y constituye el resto del cuerpo una cola larga y cilíndrica que dá á estos pequeños seres la longitud total de 0'050 milímetros, que por término medio se les asigna por la mayor parte de autores.

Además de los zoospermos distingüense y en número considerable granulaciones de color gris, y con un punto amarillo en el centro, frecuentemente alternando con partículas de epitelio arrastradas hácia fuera de la uretra en el acto de la proyección del semen.

Finalmente se descubren con claridad glóbulos ó concreciones de color amarillo pálido, ó agrisados, de forma ovoidea algunas veces que se sueldan caprichosamente tomando formas varias, y atrayendo al parecer á otras partículas globulosas, y aun animales espermáticos.

En cuanto á los *glóbulos de mucus*, y á las *partículas cristalinas de sales minerales*, de que habla Briand consideramos que no tienen grande importancia, toda vez que se observan igualmente en muchos otros líquidos animales.

De todo lo dicho se deduce que el estudio de las manchas de licor espermático es tanto ó mas difícil que el de las manchas de sangre, y exige por lo tanto los mismos estudios previos de que en su lugar hicimos mérito, si las personas encargadas de

dictaminar sobre ellas aspiran, como es natural, á ilustrar, no á complicar mas y mas los procedimientos criminales.

LECCION LXVIII.

De la falsificacion de documentos.

Al ocuparnos de las substancias alimenticias en la primera parte del curso, nos lamentábamos de ese prurito que en ciertas personas se nota de impurificar toda clase de substancias con el fin de satisfacer su codicia, su ilimitado afan de lucro. No son ya las materias textiles, las drogas simples, los objetos de lujo, los dulces y juguetes, los únicos horizontes sobre que debe extender su mirada el químico legista; el pan y el vino, las leches y los condimentos, cuya influencia en la salud de los pueblos está bien reconocida, son con frecuencia objeto de fraude, tanto mas lucrativo en cuanto es mayor el precio de las substancias, y mas general su aplicacion á los usos de la vida.

En vano el Gobierno proscribe el uso de materias alimenticias averiadas y adulteradas; en vano los municipios persiguen en sus mismas guaridas á los falsificadores de oficio; en vano las autoridades eclesiásticas invocan las exigencias del rito para salvar

de tan temible plaga los objetos de que no puede prescindir la Iglesia para el ejercicio de sus funciones; todo se adultera sin embargo, y es comun ver en los establecimientos dedicados á la venta de substancias alimenticias, chocolates y vinos cuya materia colorante es artificial, sin que se anuncie al público que lo consume; dulces y pastas decorados de mil modos y por personas incapaces de distinguir las materias colorantes inofensivas de las perjudiciales á la salud; frutas en conserva, de procedencia extranjera, que no siempre reúnen las mejores condiciones; (1) y para que nada falte, han llegado á circular entre nosotros hostias para la celebracion de los divinos oficios, fabricadas en el vecino imperio, recomendables por su aspecto exterior, y por su bajo precio, pero que no pudieron dejar tranquila la conciencia de las personas que debian consumirlas.

Modernamente, y en progresion creciente con el adelanto de las ciencias físicas, ha aparecido en la sociedad un nuevo orden de fraudes, de substituciones, de adulteraciones, que infundió desde un principio serios temores al comercio y á las familias, habiendo llegado ya en nuestros dias á amenazar la sociedad con profundos y generales trastornos, si los Gobiernos no se resuelven á perseguir con ahin-

(1) Del mismo modo que en el tratado de las harinas dijimos que era por diferentes conceptos perjudicial al pais el permitir en épocas de carestia la entrada de las extranjeras, consideramos peligrosa cuando menos, la tolerancia respecto á la entrada de los dulces secos, frutos en conserva y otros artículos análogos, mientras no se sujeten á una inspeccion escrupulosa.

co, y castigar con mano fuerte á los que utilizan y sobre todo á los que enseñan tan criminal industria. (1) Nos referimos á la falsificacion de los documentos particulares y sobre todo de los públicos, sólida base en que deben descansar la tranquilidad y la fortuna de las familias, así como de las naciones, y que debe llamar formalmente la atencion de los Gobiernos no menos que la de los hombres de ciencia.

Si son terribles las enmiendas y raspaduras de que se han visto ejemplos en todas épocas, lo son mucho mas, las substituciones ó suplantaciones de una palabra, de una cláusula, de un escrito entero, con que á veces se intenta modificar ó cambiar enteramente una disposicion testamentaria, apelando á ciertos agentes químicos, que en manos algo versadas dejarán escasa huella sobre el papel ó pergamino, base de tan reprobables operaciones.

Hoy dia, y por un conjunto de circunstancias cuya reseña no es de este lugar, se ven con harta frecuencia adulteraciones de documentos, como se encuentra falsificado, el papel moneda que con la competente autorizacion emiten las sociedades de crédito, (2) y sobre todo se hacen de baja ley las

(1) No consideramos exagerada la idea que algunos higienistas han manifestado, de que las adulteraciones de que son frecuentemente objeto las sustancias alimenticias influyen sensiblemente en la mortalidad, que tanto llama la atencion en algunas ciudades populosas.

(2) En la actualidad circulan falsificados algunos billetes de

pastas con que aquella se fabrica clandestinamente.

Dejando para otra leccion el estudio de las monedas y ligas de oro y plata, prescindiendo igualmente de los medios que se recomiendan para descubrir la falsificacion de los documentos impresos, nos fijarémos en la de los manuscritos, que son indudablemente los mas comunes, dividiéndolos para facilitar su estudio en los cuatro grupos siguientes: 1.º Documentos mas ó menos hábilmente corregidos ó enmendados. 2.º Documentos raspados mecánicamente para quitar ciertos signos ó letras, y que debidamente preparados, han recibido otros diferentes. 3.º Documentos que han sido borrados por la accion de algun agente químico, y en los cuales se ha escrito de nuevo. 4.º Documentos escritos con tintas simpáticas, ó inutilizados por la accion de las mismas.

Documentos del grupo primero : entre los vários que se nos han presentado, podemos citar un documento de liquidacion celebrada entre dos personas en determinada fecha, y que en sentir, de una de ellas habia sido modificado, convirtiendo en un número seis el cinco por que terminaba la fecha de la misma. Suponiase por lo tanto que la liquidacion que alcanzaba el final de 1855, se habia por

á 25 duros de la penúltima emision del Banco de Barcelona, de los cuales han sido víctimas diferentes casas de comercio, mientras no tenian noticia de este fraude, cometido con menos habilidad que otras veces.

este medio trasladado á 1856, con detrimento de una de las dos partes interesadas en la liquidacion.

En este caso y en todos los análogos ocurre desde luego la necesidad de inutilizar el documento, por lo que es indispensable hacerlo presente al tribunal por si tiene á bien sacar antes copia del mismo, ó levantar acta formal de sus circunstancias mas notables. Además conviene tener en cuenta que siendo muy poca la materia sobre que puede trabajar el químico, difícilmente podrá adquirir el necesario convencimiento de si se cometió ó no la falsificacion sospechada; y por lo tanto procede el estudio de los trazos del guarismo, letra, ó palabra por profesores de caligrafia, que si no pueden resolver por si la cuestion, pueden en muchos casos ilustrarla.

Llegado el caso de la destruccion de los signos objeto de nuestras tareas, debe el químico tener tendencia á probar si la tinta con que se modificó el escrito tiene composicion distinta de la empleada en su confeccion, examinando si los reactivos á beneficio de los cuales se logra la desaparicion de los signos, obran desigual ó uniformemente, sobre los distintos trazos, ó si desapareciendo los unos persisten los otros por más ó ménos tiempo, ó de una manera indefinida. Si la desaparicion es uniforme, arguye identidad de tinta, y en este caso no puede probarse la existencia del fraude, á menos que arroje luz bastante el dictámen de los calígrafos. Si la desaparicion fué desigual, puede sospecharse que tuvo lugar la enmienda del signo ó escrito, pero no

se pierda de vista que influye mucho en los resultados el espesor de la capa de tinta con que se hicieron distintos signos ó los diferentes trazos de un mismo signo ; de tal modo, que pudiera en manos poco expertas dar lugar á sospechas de fraude la diferencia de espesor de las capas de tinta, siendo ocasionada por haberse cargado nuevamente la pluma cuando estaba medio escrita la palabra ó letra sospechosa, así como puede darse el caso de existir la enmienda fraudulenta verificada con tal habilidad y con tan idéntica tinta, que no puedan dar lugar á sospechas las mas minuciosas investigaciones caligráficas y químicas. Finalmente si la desaparicion fué parcial y más ó ménos fácil, persistiendo una parte de la palabra ó signo, van robusteciéndose las sospechas del fraude, que podrán adquirir el carácter de seguridades, á medida que vayan empleándose sucesivamente el hidrolado de cloro, el ácido oxálico y los álcalis sobre el objeto de ensayo, y se vayan observando más y más estas diferencias en la composicion de la tinta.

No son de despreciar en caso semejante los datos obtenidos con la intervencion del microscopio ó de lentes aumentativas comunes, ya se pongan en manos de calígrafos, de químicos ó de unos y otros, pues hay que confesar que el problema las mas de las veces es difícil, y la cantidad de materia sobre que pueden versar estos trabajos, escesivamente escasa.

Documentos del grupo segundo : son tambien comunes las falsificaciones de este grupo atendida

la facilidad con que el falsificador se puede procurar un instrumento cortante ó raspante más ó ménos oportuno. Generalmente hablando, estas falsificaciones dejan en el papel una huella mas profunda, y aunque se han discurrido por las personas de mala fé procedimientos varios para restablecer, hasta cierto punto, el primitivo espesor del papel, empleando líquidos viscosos de los que se aplican una ó mas capas, en vez de la materia resinosa que utilizan otros para evitar que se cale el papel al escribir por segunda vez, no es difícil en los mas de los casos poner de manifiesto el fraude.

Para ello deben variar los procedimientos en cada caso, segun lo dé á entender la experiencia y buen criterio del químico, pues no pudiendo emplear un reactivo, ó hacer una prueba que resuelva de un modo terminante la cuestion, como sucede cuando se trata de determinar la presencia ó ausencia de una especie química, nuestro dictámen debe fundarse en la impresion que en nuestro ánimo produce un conjunto de observaciones, de las que generalmente hablando, ninguna es decisiva por sí sola.

Lo primero que debe hacerse es examinar si en los puntos sospechosos del escrito, es homogéneo el papel en su espesor, y en la naturaleza de la cola que cubre su superficie ó que hace impenetrable toda su masa. Es bien sabido que en la industria se fabrica el papel unas veces á mano ó por hojas sueltas, y otras por piezas de longitud más ó ménos considerable, que reciben el nombre de *papel continuo*. En el primer caso, el encolado del papel tiene

por base la gelatina que se aplica por inmersión después de fabricadas las hojas ; en el segundo la cola es mas bien resinosa, frecuentemente mezclada con alguna cantidad de almidón y siempre con alumina, y se aplica necesariamente á la masa ó papilla durante su trituración en las cubas ó tinas (1). De aquí resulta por lo tanto, que aparte de las diferencias en la naturaleza de la cola, en el papel á mano constituye esta un barniz exterior, mientras que en el papel continuo existe en toda la masa.

Es muy difícil que un falsificador evite del todo la heterogeneidad de aspecto que se nota en el papel que fué raspado, ya emplee para darle cola los mismos materiales que á su entender sirvieron cuando la fabricación del papel, ó los polvos de ciertas resinas, que tan buen efecto producen, y que están al alcance de todo el mundo.

Para poner de manifiesto las diferencias de espesor, acostúmbrase mirar el papel colocado entre la luz y el ojo, así como para formarse cargo de las diferencias en el lustre y el color se hace indispensable mirar la superficie del mismo oblicuamente ó por reflexión.

Aconsejase además inmergir en agua el papel, á fin de separar la cola, si es exterior ó gelatinosa ; y aplicado en seguida sobre una lámina de vidrio pa-

(1) En los papeles superiores en vez de resina se emplea la cera, que con la alúmina forma una especie de jabón de blancura superior, y en algunas fábricas se emplean mezclas especiales, cuya ventaja les ha hecho conocer la experiencia.

ra que le sirva de apoyo; examinarle al traves de la luz, á fin de notar si realmente es mas delgado en los puntos que se suponen raspados.

Si no dá resultado este exámen, ó si hay fundada presuncion de que la cola fuese de naturaleza resinosa, puede hacerse igual operacion empleando el alcohol en vez del agua, en cuyo caso separada la sandaraca, ú otra resina, puesto á secar el papel, é introducido de nuevo en el agua, se observará que es penetrado por los mismos puntos que se resistian á la accion de este vehículo antes de las lociones con alcohol.

Recomiendan algunos prácticos, extender á beneficio de un pincel y en un radio algo considerable una disolucion alcohólica de yodo, á fin de descubrir si la fécula que por punto general figura en el encolado comun del papel, dá lugar á manchas azuladas de yoduro de almidon, que no presentándose homogéneas en toda la extension mojada ó manchada, nos den nuevos motivos para suponer que hubo raspaduras. Esta sospecha será tanto mas fundada en cuanto se observe que los puntos en donde falta la tinta azulada toman color amarillento, que dá lugar á suponer que la porcion raspada ha recibido una capa de disolucion de gelatina, que por el yodo adquiere un color amarillo (1).

(1) Este ensayo nos ha dado algunas veces magnifico resultado. Pero no se pierda de vista que ni todos los papeles están encolados con engrudo de almidon, ni es posible observar diferencias de matiz si el falsificador tuvo el acierto de emplear un encolado igual al que naturalmente tenia el papel.

Lassaigne aconseja buscar estas mismas diferencias sujetando el papel á la accion del vapor de yodo que se produce mediante una cápsula de porcelana, á cuya boca se aplica el papel sospechoso, pero á decir verdad, no hemos podido apreciar ventaja alguna en este modo de manipular en las varias veces que lo hemos ensayado.

Finalmente se ha dicho que algunas veces la calefaccion del papel oportunamente practicada podia dar lugar á que se observáran indicios más ó menos evidentes de los primitivos trazos, letras ó escritos, sobre todo cuando dicha calefaccion tenia lugar mediante una plancha de hierro que se hacia correr varias veces por la superficie del papel, cubierta antes con otra hoja muy limpia, en la misma forma y en la misma temperatura que se emplea para planchar la ropa (1).

Documentos del grupo tercero : los fraudes ó falsificaciones cometidas por medio de reactivos suponen en la persona que los practica algunos conocimientos de química, y cuando están practicados con habilidad, dá mucho que hacer su descubrimiento. El problema que se trata de resolver por el falsificador es el de borrar perfectamente un escrito, limpiar en lo posible el papel separando los compuestos

(1) En las diferentes ocasiones en que hemos tanteado este método, no nos hemos podido persuadir de que ofreciese ventaja alguna positiva tratándose de falsificaciones por raspadura. En otros casos hemos sacado partido de esta operacion segun expondrémos en su lugar.

que los mismos reactivos forman con los componentes de la tinta, y escribir de nuevo en los mismos puntos donde estaban las primitivas letras ó en las interlíneas.

En algunos casos la destruccion del escrito es parcial y limitada á un corto número de palabras, al paso que en otros es casi general; y es muy raro que no exista el empeño de conservar siquiera las firmas que garantizan la legitimidad del documento.

Los cuerpos generalmente empleados para borrar los escritos son el hidrolado de cloro, las disoluciones débiles de ácidos sulfúrico ú oxálico, y algunas veces las legías alcalinas. Cada uno de estos agentes es preferible á los demás en casos especiales, dependiendo siempre de la naturaleza de los cuerpos que forman la base de la tinta cuya desaparicion se intenta (1).

No todos los papeles pueden resistir la accion de los agentes que se emplean para borrar los escritos,

(1) No es difícil formarse cargo de la importancia que tendria para los Gobiernos así como para los particulares, el elegir para la redaccion de los documentos oficiales, y sobre todo de los instrumentos públicos un papel de buena calidad, cuya cola fuese invariable, y de tal naturaleza que á un mismo tiempo dificultase las falsificaciones, y facilitase su descubrimiento. Nos consta que se ha discurrido y se ha practicado ya algo en este sentido, en algunos países, en los que además es obligatorio para los escribanos el gastar en la redaccion de los mencionados instrumentos públicos, una tinta determinada, que en caso conveniente, pudiera ser de fórmula secreta.

ni las lociones que son necesarias para separar mediana ó perfectamente los restos de semejante destruccion; así es que con frecuencia se puede descubrir en toda la superficie del papel, cuyo escrito se borró la sal de hierro resultante de la accion del cloro ó del ácido oxálico sobre la tinta. Cuando empero el escrito es sobre pergamino y hay alguna destreza en el uso de los reactivos, y algun esmero en la locion de la superficie ó cara que estuvo escrita, la dificultad es mayor, y en algunos casos es poco menos que imposible llegar á convencerse de si hubo ó no substitucion de un escrito por otro (1).

De todos modos, para resolver el problema hay que emprender una série de operaciones delicadas que vamos á exponer con los necesarios detalles.

Se empieza por el exámen físico del papel, ó pergamino, observando detenidamente si entre unas y otras palabras, entre unas y otras líneas se descubren restos ó vestigios del escrito primitivo. En seguida se trata de determinar si el papel presenta

(1) Hace pocos años tuvimos que hacer estudios sobre unos pergaminos procedentes de Figueras, y objeto de una causa criminal de grande importancia, que habian sido borrados por una mano tan hábil, que logró conservar la firma y signo del escribano íntegros, habiendo desaparecido todo el escrito, que se habia substituido por otro mas á gusto del falsificador. Lo bien lavado del pergamino, el carácter de letra adoptado para remedar un escrito antiguo, y aun el color de tinta añeja ó peroxidada, prevenian decididamente en favor de su legitimidad, y sin embargo resultó ser falso á todas luces el documento en cuestion, así como otros varios que se fueron presentando al tribunal, y que tenian igual procedencia que el primero.

sensible reaccion ácida, que podrá ser debida al clorhídrico producido por la accion del cloro sobre las materias orgánicas del papel, ó bien por el ácido oxálico que sirvió para separar ó disolver las materias que formaban la tinta.

A este fin se humedece el papel sospechoso mediante un pincel en determinados puntos ó en toda su superficie, y luego se le aplican tiras ó una hoja entera de papel de tornasol, se sujeta el todo á una gradual compresion, á fin de que la humedad interese al reactivo, y luego se examina si el color azul pasó á rojo en determinados puntos, ó en toda la superficie. Preciso es recordar que el papel sospechoso puede haber sido preparado mediante pastas blanqueadas por los hipocloritos, en cuyo caso el cloro obrando sobre la pulpa, dá lugar á la formacion de clorhídrico, y si la locion del papel producto no fué muy esmerada, puede dar naturalmente reaccion algo ácida; de donde se deduce que la acidez tendrá principalmente importancia si se observa tan solo en determinados puntos de la superficie examinada.

En los mas de los casos en que el anterior ensayo dá resultados, un estudio detenido del papel puede dar lugar al descubrimiento de la clase de ácido que produjo el enrojecimiento, sobre todo si la hoja de papel está libre ó suelta. Basta para ello sumergirla en una débil capa de agua previamente colocada en una fuente de tamaño y forma oportunos, y despues de una série de lociones, se disolverá una cantidad de ácido bastante para que las

reacciones características nos permitan fijar la especie (1).

Respecto á la base ferruginosa de la tinta comun, que se supone borrada, puede ponerse de manifiesto, extendiendo mediante un pincel por la superficie del documento ó solo por los puntos sospechosos, segun los casos, uno de los reactivos de dicha base, y principalmente, el *ferrocianuro potásico*, disolucion de *ácido tannico*, ó *sulphidrato amónico*, que dan lugar á la formacion de compuestos de color vario, á cual mas característicos.

Pero es de advertir que si despues de borrado el escrito pudo el papel lavarse con perfeccion, las coloraciones esperadas no serán apreciables, ó lo serán tan solo en los puntos en que el material sobreadundó, esto es en que existieron los trazos de las letras, pues allí la penetracion fué desde un principio mayor, y mas notable la resistencia á estinguirse la tinta por la accion de los agentes químicos.

Los papeles resistentes, ya sea por su notable espesor, ó por la naturaleza y cantidad de cola con que fueron preparados, así como los pergaminos, se prestan á la accion de repetidas capas de los indicados reactivos á fin de descubrir los fraudes, así como pudieron resistir perfectamente las manipula-

(1) En algunas ocasiones el ácido ha sido neutralizado con un álcali, á fin de evitar su accion destructora sobre el papel; y entonces no se observa el enrojecimiento del tornasol, pero en cambio se obtiene una sal alcalina al practicar el ensayo que nos acaba de ocupar.

ciones necesarias para la destruccion del escrito. Por lo tanto, será muy difícil que deje de ponerse en claro la presencia ó ausencia de fraude, si el operador tiene alguna práctica. En efecto, los puntos interesados por las letras dejaron penetrar la tinta en los poros del papel, de tal modo que ni la accion de los agentes destructores ni las aguas de locion pudieron evitar que quedase dentro de sus poros materia bastante para que se pueda reconocer la pre-existencia de un escrito, y en muchos casos leer con más ó ménos perfeccion el contenido del mismo (1).

Cuando nuestros esfuerzos son impotentes, ó que despues de practicados los ensayos nos queda alguna duda sobre el particular, puede sujetarse el papel á la calefaccion por el método que indicamos

(1) No podemos menos de dar cuenta de un contratiempo inesperado, que en cierta ocasion vino á desvirtuar momentáneamente el producto de nuestros afanes. Despues de muchos sacrificios en el estudio de un pergamino sospechoso, descubrimos en las interlíneas del escrito muestras evidentes de otro escrito borrado, mas el defensor de la persona acusada arguyó contra nuestra prueba, diciendo; que segun historiadores de gran valía, en los tiempos en que se usaba en vez de papel, el pergamino, debió autorizarse varias veces, y con motivo de la escasez de dicho material el uso de pergaminos viejos que se borran oportunamente, de donde se desprendia que la existencia de vestigios de otro escrito en las interlíneas causa de la sospecha de fraude, podia depender de esta circunstancia casual. Desgraciadamente para el acusado, llegó á descubrirse cierta relacion entre el escrito principal y el de las interlíneas, y quedó probada de una manera irrecusable la falsificacion. Hemos creído conveniente citar este hecho para probar más y más cuan difíciles son, y por diferentes conceptos, los problemas relativos á la falsificacion de documentos.

al hablar de los documentos del segundo grupo, y frecuentemente adquirirán el carácter de certeza nuestras primitivas sospechas, sobre todo si ausiliamos nuestra vista con una lente aumentativa.

Cuando el papel del documento que se supone falsificado es muy antiguo, y estuvo en paraje húmedo, llega á perder su consistencia, se rompe con facilidad, frecuentemente está manchado de amarillo mas ó menos subido, y aun puede dar señales evidentes de contener salitre. En este caso es muy difícil la descoloración de la tinta por parte de los falsificadores, pero si de algun modo llegase á ser falsificado un documento de esta clase, seria casi imposible ponerlo de manifiesto, por no poder dicho papel soportar la accion de los reactivos indispensables para ello.

Documentos del grupo cuarto: compréndense aquí los documentos escritos con *tintas simpáticas*, ó sean tintas incoloras que por el contacto del aire, de ciertas emanaciones gaseosas, ó de bien combinados líquidos toman un color particular mas ó menos negruzco, y pueden leerse sin dificultad.

Estas tintas han servido muchas veces para sostener relaciones amorosas, políticas ó de otra clase, en la seguridad de que solo eran inteligibles las cartas ó documentos por las personas iniciadas en la composicion de la tinta, ó poseedoras del líquido vivificante, ó del medio especial para determinar la coloracion de las letras trazadas con una substancia incolora.

Desde luego se comprende, que las sales de plo-

mo, de plata y de bismuto, las de hierro y de cobre, las de níquel y de colbato, ciertos zumos vegetales que por la calefacción se modifican profundamente, y cuantas materias se conocen hoy, y puedan con el tiempo descubrirse, con tal que se presten á cambiar sensiblemente de color, pasando de claro á obscuro, pueden emplearse como tintas simpáticas.

Pero de estas tintas se ha sacado partido, para hacer que en los documentos librados por personas de mala fé, aparezcan borrones, rayas ú otras manchas que imposibilitan la lectura del documento, de las firmas que acreditan su autenticidad, ó de los guarismos que expresan fechas ó cantidades importantes. Hemos visto dos escritos inutilizados por este medio, al cabo de algun tiempo de librados; el uno era un pagaré de diez mil duros, cuya firma se hizo invisible despues de algun tiempo, por haber aparecido un gran borron que imposibilitaba su lectura, y el otro era un recibo extendido sobre un papel blanco, cuyos caracteres escritos con tinta no muy negra, dejaron de ser legibles por haber tomado un color pardo bastante subido la superficie entera del documento.

Es excusado decir que en muchos de estos casos presenta grandes dificultades la determinacion de la verdadera naturaleza de la tinta simpática, así como en otros se puede descubrir con facilidad; pudiéndose en general asegurar que las mas eficaces, las que con perfeccion inutilizan los documentos, suelen ser las más fáciles de descubrir, pues siendo de naturaleza metálica, y hallándose exten-

didadas sobre papel blanco y generalmente limpio, se pone de manifiesto la naturaleza del metal, por la accion de los reactivos característicos, que se hacen obrar las mas de las veces sobre el mismo documento, teniendo como es natural en cuenta todo lo que respecto al uso de los reactivos llevamos dicho en lecciones anteriores (1).

De todo lo expuesto se deduce, que los fraudes en los documentos pueden ser de muy distinta naturaleza, esto es, cometidos por medios muy distintos; que es imposible indicar un procedimiento general para descubrirlos; y que por lo tanto la perspicacia del químico y la práctica en el manejo de los reactivos son la única garantía de que en la generalidad de los casos quede burlada la mala fé de los falsificadores, cualquiera que sea la habilidad con que se dediquen á tan criminales empresas.

(1) Deben hacerse todos los esfuerzos posibles para disolver ó separar la tinta simpática, á fin de que pueda volver á leerse con más ó ménos claridad la firma ó escrito inutilizado, lo cual suele ser fácil atendida la naturaleza ó composicion de las tintas simpáticas que dán los matices mas oscuros.

LECCION LXIX.

Exámen de las monedas y ligas de oro y de plata.

Indudablemente es nuestro pais uno de los que con mas frecuencia tiene en circulacion moneda falsa, ya de oro ya de plata y aun de cobre, y es por esto que entre nosotros se la encuentra adulterada por todos los procedimientos que la mala fé ha podido inventar aprovechando todos los descubrimientos que las ciencias físicas nos han proporcionado en los últimos años. Puede sin dificultad decirse que el arte de hacer moneda falsa constituye hoy una industria por muchos conceptos digna de estudio.

Antiguamente eran fáciles de distinguir las falsificaciones de la moneda á la simple vista, ó á lo mas con el ausilio de una pequeña balanza, pues empleándose para su fabricacion metales baratos, que se cubrian con capas de plata ó de oro, las mas de las veces aplicadas mediante las oportunas amalgamas, debian resultar de mayor volúmen cuando cumplieran con la condicion del peso absoluto, ó quedaba disminuido este, cuando la primera condicion era atendida. Tropezaban los falsificadores con la dificultad del peso específico, que no era fácil remedar con la mezcla de metales baratos, y por otra

parte no se conocian los procedimientos para aplicar económica y perfectamente capas delgadas de los metales nobles, sobre las aleaciones de metales comunes, y aun de substancias no metálicas.

Hoy dia se conocen con muy variados nombres, gran número de aleaciones blancas, sonoras, mas ó menos parecidas á la plata de ley, y que convertidas en moneda ostentan peso específico enteramente igual al de la legítima. En cuanto á las monedas de oro, se las acuña con perfeccion aunque clandestinamente, y para vencer la dificultad del peso, que en estas es mayor, se han llegado á fabricar planchas de diferentes metales que teniendo en su centro una lámina de platino de cierto espesor, y exteriormente dos láminas de una liga barata mas ó menos amarilla, pueden convertirse en moneda, que cubierta de una capa mas ó menos gruesa de oro por los procedimientos mas ingeniosos y perfectos, tiene sonoridad y todos los caractéres exteriores de la moneda legal, con lo que se pone á prueba toda la sagacidad y experiencia de los plateros, cambistas y cajeros de las casas de comercio.

Inútiles por lo tanto la piedra de toque, la balanza y la vista de los prácticos, se hace indispensable destruir la moneda, siquiera en parte, para examinar su estructura interior ó para hacer su análisis. Mientras esto no se practica, es imposible conocer bien su naturaleza, y de ahí el que circulen con frecuencia y por largo tiempo como buenas, aun entre personas de mucha práctica, monedas cuya mala cualidad se descubre por el uso.

Son muchos los medios que posee la ciencia para poner de manifiesto estos fraudes. Nosotros los recorreremos ordenadamente, dividiendo para ello las monedas en los tres grupos tan comunes en Europa, á saber de cobre, de plata y de oro.

MONEDA DE COBRE.

Es bien sabido que aun esta ha sido falsificada entre nosotros, y en ciertas épocas, ha llegado á ser la falsa tanto ó mas abundante que la legitima, originándose de aquí grandes conflictos en el terreno de las pequeñas transacciones.

A parte de la cuestion del peso, fácil de resolver aun por el vulgo, los metales que frecuentemente se han mezclado con el cobre, son el zinc, el plomo y el estaño, y sobre todo los dos primeros, á causa de su menor precio. Aunque al ocuparnos de los óxidos de estos metales, hemos dicho lo bastante, para que podamos reconocer su presencia, y aun determinar su cantidad, supondremos el caso de hallarse reunidos los cuatro metales á un mismo tiempo, y de ser preciso fijar la cantidad de cada uno de ellos. A este fin, trátase la moneda, despues de bien lavada, y limpiada con un cepillo si fuese necesario, con ácido nítrico, en cuyo caso se disolverán el cobre, el zinc y el plomo, quedando separado el estaño en forma de deutóxido, que se puede recoger, secar y pesar, calculando en seguida la cantidad de metal puro que representa. El líquido resultante se divide en dos partes iguales; sobre la una se pone disolucion de cloruro

de sodio puro, despues de evaporado lo bastante el liquido para que no pueda quedar disuelto algo del mismo cloruro plúmbico que se busca, se pesa este despues de recogido y desecado, y se calcula cuanto plomo contiene. La otra mitad del líquido, despues de haberla acidulado, á fin de que no se precipite el zinc, se trata con hidrolado de ácido sulfhídrico que precipita sulfuro cúprico; diluyese repetidas veces en agua destilada para que se lave con perfeccion, y luego se redisuelve en ácido clorhídrico concentrado para determinar mediante una disolucion graduada de sulfhidrato sódico cual es la cantidad de cobre existente en el licor, préviamente transformado en sal cúprico amónica.

Sumando el peso del estaño, plomo y cobre, y restando la suma del peso de la moneda examinada, se tiene por diferencia el peso del zinc, que completa el análisis cuantitativo de la moneda examinada.

MONEDA DE PLATA.

Ya hemos dicho que la plata falsa estaba formada de una reunion de metales de valor relativamente escaso. Los que con mas frecuencia se han empleado son el cobre, el niquel y el zinc, que fundidos en proporciones diferentes, constituyen esa multitud de aleaciones conocidas con los nombres de *pak-fung*, *argentan*, *maillechor*, *cobre blanco de la China* etc. etc, de aplicacion frecuentísima en la fabricacion de objetos de lujo, y que reducidos á plancha de espesor conveniente han sido destinados á la obtencion de

moneda falsa; con la circunstancia de que sus fabricantes no tienen siquiera necesidad de platear los productos de su industria, para que por un tiempo mas ó menos largo puedan ser objeto de pública circulacion.

Para determinar la composicion de estas ligas pueden seguirse diferentes procedimientos, siendo uno de los mas sencillos el siguiente. Tómese una cantidad determinada de limaduras finas de la moneda ú objeto sospechoso, y despues de interpuestas con polvo de carbon, del cual no importa que haya esceso, se colocan en un pequeño crisol, que se calienta por espacio de cuatro ó cinco horas en un horno de fusion, ó de copela, á fin de que se volatilize completamente el zinc, cuya cantidad se deduce por la pérdida de peso del conjunto metálico. Disueltos los otros dos metales en ácido nítrico, descompuestos los dos nitratos por medio del ácido sulfúrico, del cual se emplea un sensible esceso, evaporado el conjunto hasta sequedad completa, y redisuelta la masa cúprico-niquelosa en agua destilada, asegurándose que el líquido resulta algo ácido, se trata por sulfhídrico y se produce sulfuro cúprico, que puede separarse por filtracion. El licor filtrado se trata con potasa para precipitar al óxido de níquel, que recogido, lavado, y calentado al rojo vivo en un crisol de platino, sirve para calcular la cantidad de metal que representa.

Conocida la cantidad de níquel y de zinc, se deduce por diferencia la cantidad de cobre, siendo en consecuencia inútil practicar nuevas operaciones so-

bre el sulfuro cúprico, que segun hemos dicho se ha separado en estado de pureza.

Las monedas fabricadas con aleaciones de zinc y cobre, ó de este y estaño, constituyendo latones ó metal de campanas de composicion varia, los cuales se cubren de una pequeña capa de plata, deben sujetarse á procedimientos analíticos enteramente iguales, con la sola diferencia de que si figura en su masa el estaño como en el metal de campanas sucede, al tratar la aleacion con ácido nítrico quedará disuelto el cobre y precipitado el estaño en forma de ácido metaestannico; calculando entonces la cantidad de estaño que esta contiene, se deduce la de cobre por diferencia. Una cosa análoga sucederia si existiese en la aleacion antimonio en vez de estaño, lo cual no es de esperar, atendida la fragilidad que á las ligas suele comunicar dicho metal.

Finalmente las monedas que en vez de una capa de plata, tuviesen en su superficie una de mercurio, serian muy fáciles de reconocer por la simple calefaccion, atendida la volatilidad de aquel metal. Mas estos fraudes de suyo groseros, no suelen cometerse hoy dia por no ser de mucha duracion los resultados obtenidos, los cuales no pueden, de otra parte, compararse por su aspecto á las monedas habilmente preparadas por otros métodos.

MONEDA DE ORO.

Aunque la fabricacion de moneda de oro exige un capital no insignificante, son los establecimien-

tos de esta clase mas comunes á juzgar por el número de casos en que durante nuestra práctica hemos sido consultados por los tribunales. Se comprende que sea así, porque los recursos científicos que para ello se necesitan no son superiores á los que hace indispensables la fabricacion de las monedas de plata y de cobre; á mas de que es siempre mayor el lucro que esta industria rinde á los que así comprometen su reputacion, su tranquilidad, su libertad, en busca de una soñada fortuna que quizás podrian haber adquirido lícitamente, pero á costa de mayores sacrificios personales.

Dejando á parte el análisis de las causas que han producido esa insaciable sed de oro, verdadero origen de las fábricas de moneda falsa, que nos llevaria á consideraciones morales, económicas, y sociales impropias de este lugar, nos fijarémos en los procedimientos encaminados á descubrir el fraude, cualquiera que sea el grado de perfeccion con que se hubiese llevado á cabo. Pero antes debemos entrar en algunas consideraciones generales relativas á las aleaciones de oro mas comunes.

Admítanse los resultados como compuestos químicos, ó como simples mezclas, el oro se une á la mayor parte de los metales pesados, dando productos, cuyo lustre, color, y fusibilidad varia mucho. Unese al cobre en todas proporciones, dando una liga que es mas fusible, mas dura, pero menos dúctil y maleable que el oro fino.

Cuanto mayor es la cantidad de cobre que contiene el oro, su tinte amarillo es mas rojizo, y se le

llama con mucha propiedad *oro rojo*, cuando llega aquel metal á formar el sexto del peso de la liga.

Nuestras monedas de oro tienen un color algo vario. Su ley en España es igual á la de Francia, donde se tolera un diez por % de cobre. Nótase sin embargo que nuestras monedas antiguas, frecuentemente tienen un color menos rojizo, porque su aleacion es mas fina unas veces, y otras porque una parte del metal pobre es plata en lugar de cobre, segun resulta de diferentes ensayos que tenemos hechos sobre monedas del siglo pasado y aun de épocas anteriores.

Esta circunstancia explica el afan con que algunas casas extranjeran han recogido nuestra moneda antigua, y justifica el premio que han tenido y aun conservan nuestras onzas y medias onzas, sobre todo las acuñadas en determinadas épocas.

Tambien el platino comunica cierta blancura ó disminuye el tinte rojizo de las pastas de oro; mas este metal, raro en nuestras monedas antiguas, se halla mas bien en la moneda falsa de nuestros dias.

Las falsificaciones de la moneda de oro se descubren por procedimientos que varian segun las circunstancias.

Si con algun fundamento se presumiese que una moneda sospechosa constaba de una liga de metales comunes, cubierta por una capa de oro basta tomar una determinada cantidad de limaduras de la misma, que se sujeten á la accion del ácido nítrico concentrado, el cual se va renovando mientras dura la reaccion. Si los componentes de la liga son

el zinc, plomo, plata, bismuto ú otros metales solubles en dicho ácido, el oro es el único que queda por residuo, y se puede recojer, pesar, y deducir su proporcion. Si empero figura el estaño, ó lo que es mas raro aun el antimonio, despues de oxigenados se habrán precipitado junto con el oro, y será necesario practicar alguna otra operacion, si debe fijarse así mismo la cantidad de oro puro. A este objeto, tómese dicho precipitado, tratése con agua regia, y quando ya no reacciona, sepárese por decantacion ó por filtracion la materia insoluble, si la hay, evapórese el licor filtrado ó decantado á un calor suave hasta casi sequedad, disuélvase de nuevo, y tratése por sulfhidrato amónico, evitando los excesos de reactivo. En este caso se podrán precipitar varios sulfuros, mas el aurico será el único que resista la accion del ácido nítrico concentrado; recójase por lo tanto este residuo, y por su peso podremos calcular la cantidad de oro puro que figuraba en la moneda analizada.

Mas fáciles son de estudiar aun las monedas de plata dorada, que circulan como de oro de ley. En primer lugar porque su peso específico, ó el absoluto deducido mediante la balanza comun previene ya en contra (1); y además porque limadas convenientemente y tratadas por agua régia, dan abundante cantidad de cloruro argéntico, que se preci-

(1) La falta de peso acusará tambien la mala cualidad de las monedas de oro en los otros dos casos de que antes nos hemos ocupado

pita, y por el cual se deduce la cantidad de plata, obteniéndose por diferencia de peso la de oro, que formaba la cubierta exterior de la moneda.

Cuando esta consta de una plancha ó lámina complexa, que contiene el platino en el centro y dos láminas exteriores de metal comun, cuyo espesor está en relacion con la densidad respectiva, tendiendo en conjunto á que la moneda resultante afecte el peso específico y el volúmen de la moneda de oro legítima; por lo mismo que son inútiles las balanzas comunes, é inútil la piedra de toque, puesto que la superficie de cada una de las piezas está perfectamente dorada, no hay mas medio que romperla á fin de descubrir su falta de homogeneidad, y luego apelar á la accion de los mismos disolventes y reactivos que hemos indicado en los casos anteriores. Solo harémos observar, que el agua régia disolverá la película exterior de oro y que luego de separada aquella, el ácido nítrico irá atacando las capas metálicas que rodean al eje de platino, el cual podrá aislarse directamente en estado de pureza ó limpieza perfecta.

Rara vez se encontrará moneda falsificada que constando de oro y plata íntimamente unidos, contenga una ley inferior á novecientas milésimas, es decir que tenga menos de nueve décimas de su peso de oro puro; con todo si alguna vez se sospechara este fraude, se procede á la separacion de la plata mediante el ácido nítrico. Pero es de advertir, que en la generalidad de los casos, será necesario *in-cuartar* la liga á fin de que sea completa la separa-

cion de la plata, pues no hay que esperar que conste de tres partes de este metal por una de oro, ó que su ley sea de $\frac{250}{1000}$, en cuyo caso podria tener lugar el *apartado* de la plata sin apelar antes á la *incuartacion* de la liga.

Finalmente puede el problema estar limitado á fijar si una moneda ó bajilla tiene determinada ley, suponiendo que está debidamente garantida la ausencia de metales estraños. Suponiendo que la liga solo consta de oro, ó de plata y cobre, está reducida la cuestion á copelar la pieza de ensayo, teniendo en cuenta todos los cuidados relativos á esta operacion que suponemos conocida, y que de otra parte se halla descrita en todas las obras de Química general. Si empero, la liga fuese de plata, podria además procederse por vía húmeda, empleando el licor argentimétrico de Gay-Lussac que es tan conocido, y cuyo resultado nada deja que desear por su exactitud.

FIN.

Tratados ó capítulos de esta segunda edicion que
no figuraban en la primera.

	Pags.
LECCION IX.—Caractéres de las bases del <i>quinto grupo</i> en general y de los <i>óxidos argéntico y bismútico</i> en particular, Idem del <i>grupo sexto</i> y en particular de los <i>óxidos aurico y platínico</i>	46
LECCION XXXIII.—Medios para descubrir los alcoholes de industria en el alcohol de vino.	190
LECCION XLIII.—Líquidos del huevo.	267
LECCION L.—Envenenamientos por el <i>tártaro emético</i> . .	307
LECCION LVII.—Envenenamientos por los <i>ácidos clorhídrico nítrico y sulfúrico</i>	338
LECCION LVIII.—Envenenamientos por el <i>fósforo</i>	346
LECCION LXII.— <i>Nicotina y cicutina</i> como venenos. . . .	363
LECCION LXV.—Manchas de <i>sangre</i>	376
LECCION LXVII.—Manchas de <i>licor espermático</i>	401
LECCION LXVIII.—Falsificación de documentos.	407
LECCION LXIX.—Exámen de las monedas y ligas de oro y plata.	425

ÍNDICE.

A.

	Pag.
Absorcion en los animales..	230
Acetímetros.	184
Acido bórico.	54
— bromhídrico.	59
— carbónico.	57
— carbónico de las aguas.	104
— clorhídrico.	58
— clórico.	63
— crénico y apocrénico.	106
— crómico.	53
— fluorhídrico.	56
— fosfórico.	54
— nítrico.	63
— oxálico.	56
— silícico.	58
— sulfhídrico.	61
— sulfúrico.	53
— yodhídrico.	60
Agua pura.	67
Aguas complexas.	125
— degeneradas.	124
— minerales medicinales.	83
— potables. (Examen de las).	70
— sulfhidricadas..	121
— sulfhidratadas..	123
— sulfuradas.	122

Aguas sulfurosas, en particular.	115
Aire admosférico como alimento.	132
— — (Composicion del).	134
Alambres y crisoles de platino.	19
Alcohol y aguardientes.	190
Alimentos en general.	64
Alúmina.	40
Alteraciones de las harinas.	155
— de los vinos.	177
— de la sangre por la respiracion.	263
Amoníaco.	34
Análisis de las aguas minerales.	92
— cualitativo y cuantitativo.	14
— inmediato y elemental.	14
— del aire admosférico.	145
— químico toxicológico y legal.	288
Aparato de Marsh.	328
Aparatos de pulverizacion de las aguas.	130
Azúcar de los vinos.	170

B.

Barita.	36
Barras de carbon.	18
Bilis.	218
Biliverdina.	219
Boton, vidrio, fritá y esmalte.	21
Brucina.	361

C.

Cal.	37
Cálculos biliares.	221
— urinarios.	280
Calor animal.	265
Cambios de estructura y de composicion química que	

experimentan los cuerpos desde que salen del tubo digestivo hasta que entran al torrente general de la circulación.	237
Cambios de la orina en estado patológico.	275
Cerveza.	188
Cicutina ó conina.	367
Circunstancias que influyen en la acción de los reactivos de vía húmeda.	23
Clasificación de los ácidos incarbonizables.	51
Clasificación de las bases minerales.	29
Clasificación de las aguas minerales.	87
Conduccion, calefacción y enfriamiento de las aguas.	125
Copelas.	20
Cremor tártaro de los vinos.	172
Cucharitas de platino.	19

D.

Degeneraciones de la sangre por enfermedad.	251
Division de los ensayos.	16

E.

Ensayo.	16
— de vía húmeda.	22
— de vía seca	16
Enyesado de los vinos.	173
Estrignina.	360
Estrociana.	37
Eolipilas.	17
Excrementos.	229

F.

Falsificación de las harinas.	158
— de los vinos.	178

Oxido de platino.	50
— de zinc.	41
Orina.	269
Ozono.	141

P.

Pan.	161
Pepsina.	211
Plan del curso.	7
Potasa.	33
Procedimiento general toxicológico.	368
Ptyalina.	208

Q.

Quilo.	224
Química analítica. (Definición de la).. . . .	13

R.

Reactivos y su division.	20
— de la bilis.	220
— del plomo.	291
— del óxido mercurioso.	294
— — mercurico.	297
— — cúprico.	303
— — antimonico.	309
— — estañoso.	312
— — estañico.	314
— del ácido arsenioso.	316
— — arsénico.	324

S.

Salas de inhalacion.	129
Saliva.	206

Sangre.	240
Soplete comun.	17
— de Mr. Luea.	17
Sulphidrometria.. . . .	118

T.

Tabla de los capítulos que forman el curso.	9
Tártaro de los dientes.	210
— emético como veneno.	307
Tejido oseo.	282
Tubos de ensayo.	19

V.

Venenos ácidos minerales.	338
— alcaloideos en general.	355
— arsenicales.	315
— cianicos.	352
— cúpricos.. . . .	302
— estañicos.	311
— mercuriales.	293
— orgánicos.	351
— plúmbicos.	290
Vinagres.	181
Vinos	164
Vinos (Determinacion del alcohol de los).	167

ERRATAS PRINCIPALES.

PÁG.	LÍNEA.	DICE.	DEBE DECIR.
14	23	determininar. . . .	determinar
15	17	cuantitativo. . . .	cuantitativo
24	14	platímico. . . .	platínico
29	15	argentino. . . .	argéntico
38	20	rojo. . . .	roja
39	3	compuestas. . . .	compuestos
40	17	este. . . .	esta
62	29	del. . . .	de
64	12	verdaderos. . . .	verdaderos
92	8	conjunto. . . .	conjunto
130	24	á los bronquios. . . .	en los bronquios
141	4	el agua. . . .	al agua
142	20	embadurna. . . .	embadurnan
158	17	del gluten. . . .	el gluten
207	6	sulfociamuro. . . .	sulfocianuro
221	19	6'834. . . .	0'834
231	22	iguamente. . . .	igualmente
338	16	Considerese. . . .	Considerase
344	31	os. . . .	los
356	10	úcido. . . .	ácido
371	13	alcaloidas. . . .	alcaloides
405	30	preciar. . . .	apreciar
411	2	liquidacion	misma
423	»	colbato. . . .	cobalto
»	29	con perfeccion. . . .	con mas perfeccion
425	4	tiene. . . .	tienen
429	22	asegurándose que. . . .	asegurándose de que

PUBLICACIONES DEL MISMO AUTOR.

Análisis químico de las aguas de la puda de Monserrat. . .	10 Rs.
Observaciones sobre la Hidrotimetría.	2 »
