

DIÁLISIS QUÍMICA.

---

APLICACIONES DEL SULFATO DE CAL

POR

ALFONSO L. HERRERA,

Alumno de la Escuela Nacional  
de Medicina.



MÉXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARIA DE FOMENTO  
Calle de San Andrés núm. 15.

—  
1889



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DIÁZ Y GUINIGUAY

INSTITUCIONES DEL SECTOR DE CAL

LA UNIÓN DE MEXICANOS

MEXICO



MEXICO

GRUPO DE LA UNIÓN DE MEXICANOS

1933

A MIS PADRES.



A MIS MAESTROS.





THE  
LIBRARY OF THE  
MUSEUM OF  
COMPARATIVE ZOOLOGY  
AND ANATOMY  
HARVARD UNIVERSITY  
CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS

## DIÁLISIS QUÍMICA.

---

Un cierto número de experiencias relativas á mi procedimiento dialítico, hechas con diversas sustancias y en distintas condiciones, me autorizan para establecer este principio: cuando se pone en presencia del sulfato de cal anidro y separada por una membrana de papel pergamino, agua ó una disolución acuosa, el agua atraviesa á la membrana y se emplea en hidratar al sulfato de cal; además, los cuerpos disueltos si son cristaloides, pasan en su totalidad del interior al exterior del dializador, lo que no sucede si son coloides.

Por ejemplo: si se llena un filtro de papel pergamino con agua que contenga albumina y cloruro de sodio, y se pone en contacto la superficie externa del filtro con yeso calcinado en polvo, el agua y la sal pasan al absorbente,<sup>1</sup> y la albumina queda en el dializador.

Si al sulfato se sustituye el cloruro de calcio fundido, la cal viva, y en general algun cuerpo higroscópico, se obtiene el mismo resultado que con el primero de esos absorbentes.

Si un aparato osmótico convenientemente dispuesto se llena con alcohol y se usa como absorbente al cloruro de calcio anidro, éste, despues de cierto tiempo, hace pasar en totalidad al líquido á través de la membrana y se combina con él; hay for-

<sup>1</sup> Para comodidad de la dición designo con el nombre de absorbentes al sulfato de cal, el cloruro de calcio y la cal; pero esa denominacion se aplica más particularmente al primero de esos cuerpos.



macion de un compuesto en el que, segun Graham, el alcohol desempeña un papel análogo al del agua de cristalización.<sup>1</sup>

Estos hechos son independientes de los que en idénticas circunstancias produciría una simple acción capilar: si se usa como absorbente al sulfato de cal hidratado y en polvo, el paso del agua á través del septum no se verifica; si despues de un considerable número de horas ó aun dias llega á producirse, es en cantidad pequeñísima, casi inapreciable.

Fundándose en los resultados obtenidos en las anteriores experiencias, puede decirse que la afinidad química del absorbente por el líquido, es la causa determinante del fenómeno.

En efecto, cuando esa afinidad no existe, en el sulfato de cal hidratado por ejemplo, el agua no pasa á través de la membrana.

Sin embargo, no por esto debe excluirse completamente á la acción capilar que ejerce una influencia muy secundaria, pero siempre apreciable.

Generalizando al principio ya establecido, podría afirmarse con las debidas reservas, que dos cuerpos, uno líquido y otro sólido, dotados de cierta afinidad química, se combinan cuando se les separa únicamente por un septum.

Las circunstancias que influyen en el fenómeno de la diálisis química, son principalmente las siguientes:<sup>2</sup>

1ª El mayor grado de concentración de las disoluciones hace más lenta á la diálisis; esto sucede tratándose tambien de ciertos cuerpos como la glicerina, que poseen una consistencia viscosa y comunican una parte de esa viscosidad á su disolución en el agua.

2ª El grado de hidratación del absorbente, segun que es más ó ménos grande, la diálisis es ménos rápida ó se verifica en menor tiempo.

Las siguientes circunstancias tambien obran en los fenómenos osmóticos ordinarios:

1 Pelouze et Fremy. *Traité de Chimie*, II, pág. 552.

2 A ménos de indicación especial, debe entenderse que me ocupo exclusivamente de la diálisis química, no de la diálisis por difusión.



1ª La ósmosis varía con la naturaleza de los líquidos, la diálisis también, en el sentido de que el líquido tenga ó no afinidad por el absorbente.

2ª La ósmosis y la diálisis varían con la presión y la temperatura; la primera acelera la rapidez del fenómeno, y si es considerable, los coloides y cristaloides pasan indistintamente. La segunda ejerce la misma acción.

3ª La ósmosis y la diálisis varían con el espesor y el diámetro de los poros, en general la naturaleza de la membrana.

La condición necesaria para la ósmosis, de que los líquidos sean heterogéneos, susceptibles de mezclarse y de distinta densidad, etc., no existe en la diálisis química.

Pero hay una condición indispensable para que esta última se produzca: la presencia de un absorbente.

La diálisis por difusión es considerada como un fenómeno físico, y todas ó casi todas las circunstancias que en ella intervienen son del orden físico; además, las hipótesis hasta ahora admitidas para explicarla no se basan en hechos ó leyes químicas.

La diálisis química debe considerarse sin duda como un fenómeno físico-químico; la condición principal para que se produzca es química; por último, su causa es compleja (páginas 8 y 10) y está comprendida en una y otra ciencia.

Por esto debe admitirse que la diálisis química difiere notablemente de la diálisis por difusión.

Las teorías emitidas para explicar á esta última, la difusión, y la ósmosis, no pueden aplicarse á mi procedimiento: en ellas se considera constantemente la existencia de *dos líquidos* separados por una membrana, y en la diálisis química hay nada más *un líquido* separado de un cuerpo sólido.

Por la unión de ellos se forma un compuesto definido; por ejemplo, un dializador lleno de agua y puesto en contacto por su superficie externa con sulfato de cal anhidro, se vacía después de cierto tiempo; el líquido solicitado por la afinidad de aquella sal, atraviesa el septum y se combina formando sulfato de cal hidratado.



Pero esta reaccion, lo mismo que cualquiera otra, solamente puede tener lugar cuando existe contacto directo entre los dos cuerpos. Esta necesidad del contacto, á primera vista no parece estar satisfecha en la diálisis, puesto que el líquido y el absorbente están separados por una membrana.

A ésta puede considerársele, por el hecho universal de la porosidad, como una superficie interrumpida por un número incontable de soluciones de continuidad, de espacios no llenos, verdaderos poros físicos ó sensibles; ó tambien puede reputarse al septum, segun el Sr. Chávez, como un tabique formado por espacios capilares muy finos.

Por consecuencia, el líquido que llena por ejemplo á un filtro de papel pergamino, no sale de él en las circunstancias normales porque en cada uno de los poros de esa membrana le retiene una fuerza física: la adhesion ó capilaridad que produce la disposicion de las moléculas fluidas en menisco.

Pero cuando se pone en contacto la superficie exterior del septum con el polvo del absorbente, las partículas de éste están en contacto con las superficies de los meniscos formados en la pared de la membrana: el contacto existe.

Por esto sucede irremisiblemente que si la afinidad química ó física del sólido por el líquido es considerable, la energía capilar es vencida y hay escurrimiento.

Estas consideraciones se hacen más comprensibles y aun se demuestra su exactitud, por la siguiente serie de experiencias.

1ª En una tela de alambre bastante fina se deposita una capa delgada de agua; no hay escurrimiento, pero si la superficie inferior de la tela se pone en contacto con sulfato de cal anhidro, inmediatamente se rompen los meniscos y el líquido escurre.

2ª Repitiendo la experiencia con un lienzo, de seda por ejemplo, se obtiene idéntico resultado.

3ª Se llena un tubo de vidrio de dos ó tres milímetros de diámetro con agua, y se suspende suavemente en la direccion vertical; en estas condiciones, si el tubo está cerrado en la parte superior, no se vacia, lo que sí sucede aplicando su ex-



tremidad inferior sobre un cuerpo cualquiera capaz de ser mojado por el agua.

4ª Un tubo capilar de termómetro abierto en sus dos extremidades, lleno de agua y puesto en contacto cualquiera que sea su dirección, con sulfato de cal anidro, se vacía con rapidez y sin interrupción ninguna. Si se usa la misma sal, pero ya hidratada y también en polvo, el escurrimiento, si lo hay, es ménos rápido y se detiene muy pronto.

Las variaciones que puede presentar este fenómeno dependen del diámetro de los tubos; á medida que él es más pequeño, la diferencia de acción entre el absorbente anidro y el hidratado, es más notable.

5ª Se perfora á un filtro de papel pergamino en varias partes con la punta de una aguja delgada; en seguida se llena con agua teñida con carmin: no hay escurrimiento si no se pone en contacto con un absorbente apropiado á la pared exterior de la membrana.

6ª Un dializador lleno de agua se vacía rápidamente si se le deposita sobre sulfato de cal, cloruro de calcio ó cal anidros; si no se cambian las superficies, el escurrimiento, principalmente con los dos primeros absorbentes, se verifica con mucha lentitud, y hasta puede no producirse de una manera apreciable.

Este estudio experimental de la diálisis química demuestra que la afinidad de los cuerpos en presencia interviene de un modo indispensable en el fenómeno; pero es necesario no por esto excluir absolutamente á la acción capilar que en él se manifiesta; ésta obra sí, como factor secundario, no como circunstancia determinante.

Conviene experimentar en estos casos con agua pura, y tener en cuenta los fenómenos que pueden producirse á causa de una simple disolución.

Queda por estudiar ahora la causa de la diferencia de velocidad entre el paso á través del septum de los coloides y cristaloideos.

Repito lo que ya he dicho acerca de la diálisis por difusión,



la ósmosis, etc.: éstas no están relacionadas con la diálisis química y por consecuencia no puede adoptarse una misma explicación para tan diversos fenómenos.

M. Vautier,<sup>1</sup> por medio de procedimientos fotográficos y consideraciones matemáticas, ha estudiado la velocidad de escurrimiento de los líquidos por un orificio practicado en paredes delgadas.

Los métodos delicados y seguros puestos en práctica y el gran número de experiencias emprendidas para la formación de su trabajo, no dejan duda acerca de los resultados obtenidos por este señor.

Empleando líquidos viscosos cuyo coeficiente de frotamiento interior se ha determinado, tomando el del agua por unidad, M. Vautier ha llegado á esta conclusión: *la velocidad de escurrimiento de los líquidos está en razón directa de la presión y en razón inversa de la viscosidad.*

En las circunstancias normales de la diálisis, y relativamente al disolvente en proporción igual, las disoluciones de los cuerpos cristaloides son ménos viscosas que las de los coloides.

Es necesario observar desde luego, que en el primer término de la diálisis hay una verdadera selección en el líquido: si en él existen cuerpos de una y otra categoría, los que no cristalizan permanecen disueltos en el interior del aparato y una parte del líquido pasa al absorbente llevando consigo determinada cantidad de cristaloides; pero si se conduce la operación con ciertas precauciones y se prolonga lo bastante, los coloides quedan casi enteramente separados del disolvente y los cristaloides.

Se ve por esto que la disolución ménos viscosa, conforme á la opinión del Sr. Vautier, pasa al través del septum, mientras que la más viscosa, ó no atraviesa á la membrana, ó pierde al líquido que en parte la constituye.

Cuando no se complique la diálisis con un fenómeno de di-

1 Th. Vautier. Vitesse d'écoulement des liquides. Revue Scientifique. Enero 5 de 1889, pág. 20.



solucion, y siempre que se usen como absorbentes al sulfato de cal para el agua, y al cloruro de calcio para el alcohol, puede afirmarse que el simple hecho de una mayor ó menor viscosidad de las disoluciones, origina la separacion de los distintos cuerpos disueltos.

La demostracion de esta teoría es bastante fácil, basta considerar entre otras muchas las siguientes experiencias:

1ª La albumina es una sustancia coloide cuya disolucion no atraviesa al septum; pero si se le disuelve en agua cloroformizada, se obtiene un líquido mucho ménos viscoso que se dialisa tan bien como una solucion de cloruro de sodio.<sup>1</sup>

2ª Para dializar á la glicerina y separarla de algun coloide con quien se le mezcla, es necesario diluirla con cierta cantidad de agua.

3ª Si en el interior de un dialisador que contenga únicamente cuerpos coloides se agrega agua en grande exceso, y se prolonga la diálisis por muchos dias, siempre añadiendo ese mismo líquido en notable cantidad, la proporcion de coloides que pasa al través de la membrana es mucho más grande que en las circunstancias ordinarias.

4ª Repitiendo las experiencias 1ª, 2ª y 3ª, página 8, y usando alternativamente soluciones de coloides y cristaloides, se nota alguna diferencia entre la rapidez del paso de unas y otras.

5ª Si un tubo *muy capilar* se llena con agua que tenga disueltas una sal cualquiera y una materia colorante coloide, se ve aumentar al tinte á medida que el líquido escurre.

6ª Si el mismo tubo se llena con una solucion de cloruro de sodio, se vacia rápidamente; si con una solucion de goma, el escurrimiento es mucho más lento. En una experiencia se necesitaron cinco ó seis minutos para el primer caso; para el segundo (15 por ciento de goma tragacanto), fundándose en el escurrimiento verificado en el espacio de 24 horas, hubieran sido necesarios 19 dias para que el tubo se vaciara por completo.

<sup>1</sup> Proceedings of the American Pharmaceutical Association.—Vol. 32, pág. 336.



Ya se entiende que el tubo capilar, abierto en sus dos extremidades, estaba en contacto en una de ellas con sulfato de cal anidro, que este último se renovó varias veces impidiendo la obstrucción del conducto capilar, y que las experiencias fueron lo más numerosas posibles, variando también las condiciones de su producción.

Los experimentos 4º, 5º y 6º, aunque también coadyuban á la demostración de la teoría propuesta, más bien tienen por objeto hacer más palpable, más accesible á la observación el fenómeno dialítico.

Ya he dicho (página 6) que el grado de concentración de las disoluciones, la presión y la temperatura, influyen en la diálisis lo mismo que la naturaleza de la membrana, el diámetro de sus poros, etc.

Estas circunstancias y su acción sólo pueden explicarse aceptando la teoría ya expuesta.

En efecto, una temperatura elevada hace menos viscosos á los líquidos ó disoluciones, y por esto, cuando se dialisan esos fluidos calientes, los cuerpos coloides disueltos pasan en mayor proporción.

Un hecho análogo se observa respecto á la presión y la naturaleza de la membrana.<sup>1</sup>

Resumiendo: *La diálisis química es una operación que tiene por objeto separar á los cuerpos coloides de los cristaloides; su carácter físico consiste en la existencia de un sólido y un líquido separados por un septum; por su carácter químico debe entenderse la condición de que el líquido y el sólido sean susceptibles de combinarse y por consecuencia posean afinidad mútua.*

1 La ósmosis, la difusión y la diálisis física, tal vez puedan relacionarse útilmente con estos hechos; las objeciones y problemas que en ese caso se presentaran, puede ser que pudieran resolverse, particularmente si se tienen en cuenta los estudios emprendidos acerca de aquellos fenómenos por el Sr. A. M. Chávez: reuniéndoles en una obra cuyo mérito inapreciable no sabré encarecer bastante; este señor ha dotado á la ciencia con nuevos hechos y nuevas teorías, sobremanera interesantes para cierta clase de investigaciones. ("Fenómenos osmóticos." Trabajo leído en la Sociedad Andrés del Río por el Sr. Agustín M. Chávez. México, 1885.)

Para la fisiología puede presentar algún interés la cuestión de que me ocupo, si es que alguna vez llegan á ponerse fuera de duda mis observaciones.



*Este fenómeno, notablemente distinto de la diálisis por difusión, tiene por causas: 1º, la afinidad del absorbente por el líquido que destruye á la adhesión, quien retiene á este último en los poros ó espacios capilares del septum; 2º, por ser la velocidad de escurrimiento de los líquidos inversamente proporcional á la viscosidad, y considerando que respecto al disolvente en proporción igual, las disoluciones de los cuerpos coloides son más viscosas que las de los cristaloides; éstos atraviesan á la membrana con más facilidad y rapidez que los primeros.*

*Las circunstancias que modifican á la diálisis son, principalmente, la concentración de las disoluciones, la presión y la temperatura; el término del fenómeno es el de la combinación de todo el líquido con el absorbente.*

---

## PRÁCTICA DE LA DIÁLISIS.

Para la aplicación en la práctica de mi procedimiento dialítico, es necesario especificar las precauciones y circunstancias que en él deben comprenderse.

Me ocuparé primeramente del septum cuya grande importancia me obliga á no tratar el asunto con mucha brevedad.

*Papel pergamino* (usado desde un principio por Graham).— Considero á esta clase de septum como la más conveniente y general en sus aplicaciones.

Ya se ha reconocido la dificultad que existe para obtener un artículo siempre igual, del mismo espesor y bien preparado. sin embargo, en México el usado en la imprenta es el mejor; siempre que se utilice el ménos grueso, se dispondrá de un septum que satisface á las condiciones para él requeridas.

Se ha recomendado por los autores que se examine la integridad del papel pergamino: éste algunas veces presenta soluciones de continuidad cuya existencia se revela formando un pequeño filtro, llenándole con agua, y observando si despues de 15 ó 20 minutos no se ha humedecido la superficie externa. Si esto sucede, mejor en todo caso se unta á la misma super-



ficie una solución concentrada de albumina, ésta después se coagula con agua á 90°.<sup>1</sup>

Para multiplicar la superficie de los dialisadores se pliega un pedazo circular de papel pergamino húmedo, en forma de filtro, y se fija en un marco de madera. (Mohr.)

Si se dialisan grandes cantidades de líquido, puede adaptársele un armazón de alambre.

M. Huizinga,<sup>2</sup> para obtener un dialisador cómodo y de poco precio, forma con papel pergamino húmedo sacos rectangulares que se sueldan después con una pasta que consiste en una disolución de gelatina, conteniendo de 3 á 5 por ciento de cromato de potasa; en seguida se secan y fijan en un marco de madera. Varios de estos sacos pueden suspenderse en una misma vasija.

Es conveniente, cuando no se usa el marco, cuidar de que los bordes del filtro no queden doblados hacia afuera, ni toquen á la pared de la vasija exterior que contiene el absorbente: así se favorece el escurrimiento por capilaridad, y puede pasar líquido al exterior sin atravesar ántes al septum.

El mejor procedimiento para impedir esto, consiste en untar una pequeña cantidad de grasa en los bordes del filtro.

El papel pergamino se altera fácilmente con los ácidos minerales concentrados, y si el contacto se prolonga por mucho tiempo con las materias orgánicas en descomposición.

Es conveniente lavarle para quitar la pequeña cantidad de ácido sulfúrico que puede contener.

Considerando su precio insignificante, deberá usarse para cada operación un septum distinto.

Entre las desventajas que presenta el uso del papel pergamino, señalaré las siguientes:

Es difícil obtener un producto siempre igual en el que se verifique la diálisis siempre de la misma manera; este inconveniente en parte se evita empleando en todos los casos al papel pergamino usado en la imprenta.

1 Dragendorff. Toxicologie, pág. 18.

2 American Journal of Pharmacy, 1878, pág. 381.

Si no ha sido bien preparado, contiene ácido sulfúrico, que como ya dije, puede separarse por lavados.

Verificando la diálisis por difusión con papel pergamino, sucede que por la lentitud que le es consiguiente, se alteran, en algunos casos, tanto el líquido como el septum (ya sea éste animal ó vegetal); M. Struve impide esa alteración usando agua cloroformizada, la que puede producir el paso de ciertos cuerpos albuminoides.

Sucede también que el papel pergamino es poco resistente, y esto entre otras causas, no permite que se sometan á la diálisis por difusión grandes cantidades de líquidos.

En la diálisis química estas dificultades no existen porque es más rápida, y en ella no hay necesidad de obrar sobre un exceso de disolución; si este caso se presenta, deben multiplicarse los dialisadores para así aumentar la superficie y economizar tiempo.

*Septum animal.*—El más usado que recomienda muy especialmente M. Struve,<sup>1</sup> es el formado con la vejiga urinaria ó el intestino de toro. “Si se usa la primera, se le cierra con una cuerda y se suspende verticalmente; si la segunda, se atan juntas las dos extremidades del asa intestinal.

“No debe llenarse completamente á ninguno de estos dos dialisadores para no favorecer el escurrimiento por capilaridad.

“Esta clase de septum se prepara de la manera siguiente: se humedece con agua, por ejemplo, á la vejiga urinaria, se separa la grasa que hay en ella y se lava con éter ó petróleo.

“Cuando se quieren conservar por mucho tiempo á uno ó varios dialisadores, se les guarda en un frasco que se llena con alguno de esos dos líquidos.

“Por último, para realizar una buena diálisis con este septum, debe untársele en el interior ictiocola.”

Ventajas comparativamente con el papel pergamino: las membranas animales son más homogéneas que aquel, y casi

<sup>1</sup> Proceedings of the American Pharmaceutical Association. Vol. 32, página 336.



nunca presentan soluciones de continuidad; en un mismo dialisador formado con ellas, es posible hacer varias operaciones, pues se puede lavarle perfectamente; presenta tambien la ventaja de ser más resistente que el papel pergamino.

Sus inconvenientes principales son: que la lentitud de la diálisis hecha con un septum animal, compuesto no de una sola membrana, sino de tres generalmente, es mucho mayor que con el pergamino vegetal; la alteracion del líquido por consecuencia de ello, es más probable; no se puede multiplicar la superficie del dialisador con la facilidad que en el papel; además, de este último puede obtenerse una gran superficie homogénea y sin suturas, lo que no es posible con el septum animal.

*Otra clase de membranas ménos ventajosas. Vegetales.*—La epidermis del maguey no puede usarse, es muy gruesa.

Las membranas de guta-perca ó caoutchouc, no presentan las ventajas del papel pergamino ó del septum animal, y sí varios inconvenientes, por ejemplo, su mayor precio, su porosidad, algunas veces casi nula y otras demasiado exagerada.

Un lienzo untado con albumina no creo que pueda merecer mucha confianza atendiendo á su gran fragilidad.

*Animales.*—El bodruz no se encuentra en el comercio de México, y si acaso, es muy delgado.

El pergamino es muy grueso, no puede utilizarse en ningun caso.

*Minerales.*—Se han recomendado vasijas de arcilla, láminas de pizarra, etc., etc.; es necesario no aprovechar nunca esos tabiques porosos que presentan muchos inconvenientes; la imposibilidad de conseguirlos tal como se necesitan, su mayor ó menor solubilidad en el agua ó en los líquidos no neutros, sus impurezas variables en su proporcion, modo de obrar física ó químicamente, etc.

Resumiendo: *el papel pergamino es el septum más conveniente; el dialisador más cómodo consiste en un filtro de la misma sustancia, fijo ó no en un marco de madera.*

*Es muy importante untar al papel una solucion concentrada de*



*albumina que se coagula despues por el calor. El escurrimiento capilar que en algunos casos puede producirse, se impide untando en los bordes del filtro una pequeña cantidad de grasa.*

*Absorbentes.*—Por ser el sulfato de cal el que más debe usarse y el que ahora interesa conocer, me ocuparé de él exclusivamente. (Para los otros absorbentes véase la página 22.)

Algunas de sus propiedades son importantes respecto á la diálisis y por eso paso á exponerlas:

*Solubilidad del sulfato de cal en el agua.*—“Un litro de agua á 0° disuelve 1gr.90; á 38° (máximum de la solubilidad), disuelve 2gr.14, y á 99°, 1gr.75.<sup>1</sup>

El cloruro de sodio, clorohidrato de amoniaco, sulfato de sosa y sulfato de amoniaco, aumentan su solubilidad en el agua. Lo mismo sucede con los ácidos nítrico y clorohídrico, y el hiposulfito de sosa.<sup>2</sup>

“Es insoluble en el alcohol á 90°, y casi insoluble en agua alcoholizada.

“*Impurezas.*—El sulfato de cal puede estar mezclado con una pequeña cantidad de carbonato de la misma base, óxido de fierro y arcilla.

“Contiene tambien, algunas veces, sulfuro de calcio formado durante la calcinacion; nunca absorbe la cantidad de agua que se considera teóricamente: en el yeso calcinado se encuentran dos partes inútiles para la absorcion del agua, á consecuencia de haber sido calcinadas de una manera insuficiente ó exágerada. Sin embargo, la hidratacion del producto bien preparado, determina la del que ha sufrido una temperatura superior ó inferior á 150°.

“El sulfato de cal bajo la influencia prolongada de materias orgánicas en descomposicion, se reduce.

“El yeso calcinado absorbe *dos partes de agua en peso, y se solidifica despues de 15 ó 20 minutos*; pasadas 24 horas el aumento de volúmen es de 1 por ciento.

“Debe conservarse al abrigo de la humedad, y es conve-

<sup>1</sup> Troost. *Traité de Chimie*, pág. 511.

<sup>2</sup> Fresenius. *Analyse chimique quantitative*, pág. 129.



“niente reconocer, aunque sea de una manera aproximada, la cantidad de agua que absorbe: en todo caso, si está bien preparado, debe desprender calor al hidratarse.”<sup>1</sup>

Cuando se prepara un cuerpo no coloide por diálisis química, usando como absorbente al sulfato de cal anhidro, el agua y los cristaloides pasan á él: el líquido queda combinado formando un hidrato, y las sustancias disueltas se encuentran mezcladas al absorbente.

Para separarlas se pulveriza al sulfato calcáreo, y se le trata por disolventes apropiados.

En este caso, conviene valerse del aparato de Guérin ó el de Payen para impedir la pérdida de disolvente, acelerar la operación, etc.

El lixiviador continuo de Damoiseau es más sencillo y menos costoso que aquellos; por esto creo que en este caso debe preferirse. Se compone de un matraz en el que se introduce el líquido extractor; su cuello sostiene á un tubo abierto en sus dos extremidades y adelgazado inferiormente.

Este tubo que se llena con la sustancia por lixiviar, está en comunicacion con un refrigerante de Liebig suspendido en direccion oblicua.

Se calienta al matraz, los vapores producidos pasan entre su cuello y el tubo; llegan al refrigerante y se condensan; en seguida, por la inclinacion de aquel, el líquido condensado cae en el tubo y atraviesa su contenido disolviendo á los principios solubles. Esto á una temperatura que corresponde sensiblemente al punto de ebullicion de los líquidos. Esta condicion tan favorable para las disoluciones, está perfectamente satisfecha en el aparato de Damoiseau.<sup>2</sup>

En el sulfato de cal hidratado, cuando se proceda por diálisis, pueden encontrarse además del principio por extraer, alguno ó algunos cuerpos tambien cristaloides; su naturaleza se sabe generalmente ya conociendo la composicion del vegetal que los contiene: en este caso aquellos cuerpos pueden sepa-

1 Pelouze et Fremy. *Traité de Chimie*, págs. 569 y siguientes, tomo II.

2 *Traité de Pharmacie*. Souberain et Regnaud; 1887, tomo II, pág. 10.



rarse por alguno de los métodos ya conocidos y usados en estas circunstancias.

Para las otras precauciones que deben guardarse cuando se utiliza al sulfato de cal, y que no son exclusivas del procedimiento dialítico, veanse los párrafos 1, 2, 3 y 4 de la página 23 y siguientes.

*Práctica de la diálisis.*—Ya disponiendo de un dialisador y un absorbente apropiados y conociendo las precauciones que respecto á ellos deben observarse, se dialisa no olvidando las siguientes prescripciones. (Me refiero nada más á la operacion hecha con líquidos acuosos y usando como absorbente al sulfato de cal anhidro.)

Se introduce el dialisador vacío en una vasija que contenga yeso calcinado en polvo, cuidando de que el contacto de éste con la superficie exterior de la membrana sea lo más exacto posible; en seguida se agrega el líquido que no debe llenar completamente al dialisador; se cubre para impedir el acceso del polvo y se abandona por algun tiempo.

Cuando se ha formado una costra sólida de sulfato de cal hidratado al derredor del filtro de papel pergamino, se quita éste sin derramar al líquido que contiene; se pulveriza y mezcla el absorbente en un mortero, se le introduce de nuevo en la vasija y se coloca otra vez al dialisador.

Esta operacion acelera la rapidez de la diálisis, y por esto debe repetirse muchas veces cuando se quiera economizar tiempo.

Ya que ha pasado toda ó la mayor parte del líquido, segun los casos, se agrega una nueva cantidad de él ó se da por terminada la diálisis.

Si se quieren separar á los cristaloides con exactitud y sin perder nada de ellos, se añade en el interior del dialisador una nueva cantidad de agua, y se repite esta especie de lavado cuantas veces sea conveniente.

Estas indicaciones deben ser muy generales, pues no seria posible señalar en cada caso particular la manera con que se debe proceder; por ejemplo, si hay solamente coloides, sin du-



da que el lavado es inútil; si existen nada más cuerpos cristaloides, se sabrá que ha terminado la diálisis cuando no se observe residuo en el interior del dialisador ó por los reactivos, etc., etc.

Pero siempre es necesario renovar la superficie del sulfato de cal en contacto con la membrana, porque ya he dicho repetidas veces, que cuando ese cuerpo está hidratado, la diálisis es muy lenta ó nula.

Si se utilizan los cuerpos cristaloides mezclados al yeso, se trata éste por los disolventes como ya se dijo.

En este caso es necesario no olvidar las indicaciones relativas al modo de separar el sulfato de cal disuelto, ó el líquido que retiene por capilaridad, ó aun las reacciones que con él pueden producirse (véanse los párrafos 1, 2, 3 y 4 de la página 23 y siguientes).

Cuando se aprovechen los cuerpos coloides, basta separarlos del dialisador.

Es importante no prolongar demasiado el lavado de los coloides para obtener una separación matemáticamente exacta, porque puede suceder que aquellos cuerpos pasen á través de la membrana en cantidad considerable, y se obtenga entonces un resultado enteramente contrario al que se desea.

El número de dialisadores debe ser lo mayor posible: así se impide la alteración de los líquidos y la operación se concluye en poco tiempo.

Por último, no deben dialisarse con papel pergamino líquidos fuertemente acidulados con ácidos minerales; si hay sustancias orgánicas en descomposición, se acelera la rapidez de la diálisis cambiando varias veces á la membrana; si existen en gran cantidad cuerpos mucilaginosos que se depositan en las paredes del septum y por esto dificultan á la operación, se les separa si es posible mecánicamente, ó agregando una pequeña cantidad de alcohol.

Para preparaciones industriales sería muy conveniente usar un aparato semejante al osmógeno de Dubrenfaut.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ch. Laboulaye. Dictionnaire des Arts et Manufactures.

Consiste éste en cincuenta cuadros ó marcos de madera reunidos entre sí con dos láminas de fierro. En las partes superiores de aquellos se encuentran dos series de agujeros que se corresponden á través de la madera formando cuatro canales, dos para la llegada y salida del líquido por dialisar, y dos para la llegada y salida del agua; los marcos están separados por una hoja de papel pergamino perfectamente ajustada.

Varias llaves y tubos conducen á los dos líquidos, y por una disposición especial éstos circulan constantemente en el interior del aparato; además, los marcos de madera pueden quitarse y volver á su situación primitiva.

En estas condiciones el agua y el líquido por dialisar, recorren una gran superficie en un pequeño volúmen.

Modificándole ligeramente, el osmógeno podría utilizarse para realizar cómoda y rápidamente á la diálisis química: adoptando nada más dos canales y suprimiendo algunos tubos inútiles para esa operación, llenando los espacios pares por ejemplo, con sulfato de cal anhidro, y los impares con el líquido por dialisar.

La distancia entre las hojas de papel pergamino es apenas de 1 á 15 milímetros; por consecuencia no sería necesario cambiar la superficie del sulfato de cal en contacto con la membrana.

---

### CONCENTRACION DE LAS DISOLUCIONES.

Los absorbentes, particularmente el sulfato de cal, pueden usarse no sólo en el procedimiento dialítico, sino también para concentrar una disolución acuosa cualquiera, pero que no tenga ácidos minerales en exceso, ni ciertos compuestos que aumentan la solubilidad del cuerpo deshidrante en el agua.

Las cualidades que debe poseer el absorbente en este caso,



son: 1ª, que absorba una cantidad considerable de agua; 2ª, que sea poco ó nada soluble en ese líquido ó que pueda separarse de él, si es soluble, por un procedimiento sencillo y económico; 3ª, que su abundancia, precio y pureza le hagan susceptible de ciertas aplicaciones industriales ó de laboratorio.

El sulfato de cal anhidro satisface en gran parte á estas condiciones: ya he dicho cuál es su solubilidad, etc.

Yo creo que debe preferirse á los demas; sin embargo, analizaré, comparativamente á este compuesto, al cloruro de calcio y la cal anhidros.

*Cloruro de calcio fundido.*—“El agua á 15° disuelve 15 veces su peso de este cuerpo; 100 partes de alcohol á 80° disuelven 7.

“Cristalizado, contiene 49,12 por ciento de agua.”<sup>1</sup>

Precio en México: próximamente \$6.00 doce kilogramos: (la misma cantidad de yeso calcinado vale en México \$1.25, y en Francia 1 franco 20).

La diálisis es más rápida con el cloruro de calcio que con el sulfato de la misma base, pero la gran solubilidad en el agua y en el alcohol del primero de esos compuestos, y además su precio y la imposibilidad de separarlo del agua en que se disuelve, no permiten darle un uso muy general.

Ni para la diálisis, ni para simples concentraciones puede utilizarse, pero su empleo tal vez sea ventajoso para realizar ciertas operaciones dialíticas, semejantes á las que ahora estudio, y en las que se sustituya el alcohol al agua.

*Cal viva.*—Este absorbente no puede usarse en ningun caso: su alteracion al contacto del aire es mucho más rápida que la del yeso calcinado, su energía básica es considerable y, por último, la elevada temperatura que produce al hidratarse es perjudicial en muchas operaciones.

Hay otros cuerpos, además de estos, que poseen notable afinidad para el agua, pero muy pocos poseen las cualidades

1 Pelouze et Fremy. *Traité de Chimie*, tomo II, pág. 551.



ya enumeradas; por otra parte, su menor abundancia y mayor precio, aun estando satisfechas las otras condiciones, les hacen del todo inaceptables.

*Práctica de la concentracion por medio del sulfato de cal.*—

1. Se hará aquella únicamente cuando no se quieran ó deban evitar las reacciones que ciertos cuerpos pueden producir con la pequeña cantidad de absorbente que se disuelve en el agua, ó con la ínfima porcion de sulfuro y carbonato que contiene; la misma restriccion debe hacerse cuando se trate de cuerpos que poseen mucha afinidad por el agua.

En la simple concentracion es necesario guardar ciertas precauciones: no se agregará ni un exceso ni muy poco absorbente: en el primer caso puede haber mayor pérdida y lentitud en las operaciones ulteriores; en el segundo, el procedimiento no llena su objeto de una manera completa.

Por esto no debe olvidarse que el yeso calcinado absorbe próximamente el doble de su peso de agua.

Conviene añadir un peso de sulfato de cal en proporcion con la cantidad de agua que contengan las disoluciones.

2. Cuando á un líquido acuoso se agrega sulfato de cal anhidro, éste al hidratarse, se solidifica y retiene entre sus cristales una cierta cantidad de la disolucion con las sustancias disueltas: esto origina una pérdida considerable. Para impedirla, basta agitar varias veces en los primeros 15 ó 20 minutos; así no se aglomeran los cristales del absorbente, y la pérdida por esta causa es nula.

No debe olvidarse esta precaucion que es muy importante para el buen éxito de las operaciones.

3. Sucede tambien que los líquidos ya concentrados disuelven un poco de sulfato de cal; éste puede separarse segun las circunstancias, por el alcohol ó por el carbonato de sosa.

“Se debe emplear 0,021 de carbonato para 0,01 de sulfato calcáreo disuelto. El carbonato de la misma base que se disuelve al estado de bicarbonato, puede quitarse por alguno de los siguientes procedimientos: 1º, agitando al contacto del aire; 2º, añadiendo una décima parte en volúmen de agua de cal.



y 3º, haciendo pasar una corriente de vapor durante algunos minutos ó elevando la temperatura por otro medio.”<sup>1</sup>

En algunos casos puede separarse al absorbente disuelto por precipitacion con algun otro cuerpo.

El procedimiento recomendado por algunos autores para purificar el agua selenitosa, y que consiste en el uso del carbon de huesos, debe desecharse por completo, pues esa sustancia absorbe á varios compuestos.

4. El sulfato de cal ya hidratado retiene por capilaridad á una parte del líquido, y permanece en suspension en él; por esto es necesario, cuando ya terminó la absorcion del agua, colar exprimiendo con fuerza y filtrar en seguida.

Para aplicaciones industriales y cuando sea posible, es muy cómodo y rápido separar á los líquidos retenidos por adhesion en el sulfato de cal, utilizando la accion de la fuerza centrífuga.

Partiendo de este dato: “que para un peso de 333gr.33, siendo la longitud del radio de 16 centímetros y la velocidad angular de 500 vueltas por segundo, el valor de la fuerza centrífuga es igual á 10k.5,”<sup>2</sup> se podrá en cada caso obtener una fuerza conveniente para un peso determinado, aumentando segun esa proporcion la longitud del radio ó el número de vueltas.

El aparato que con este objeto se utilice puede ser muy sencillo y poco costoso: basta encerrar al absorbente en un saco de lienzo que se fija en la parte superior de una vasija bastante grande, en seguida se imprime á esta última cierto movimiento de rotacion.

Pero es preferible el empleo de una disposicion general que pueda aplicarse en cualquier caso; por ejemplo, el aparato conocido con los nombres de Hidro-extractor ó Turbina.

El que se usa en la fabricacion de las telas y tambien para la extraccion del azúcar, se compone de una vasija metálica colocada en el centro de otra vasija más grande y fija en la

1 Ch. Laboulaye. Dictionnaire des Arts et Manufactures.

2 Ch. Laboulaye. Dictionnaire des Arts et Manufactures.



extremidad de un eje vertical; un sistema de ruedas dentadas hace girar á este último. Cuando se introduce en la caja interior, cuyas paredes están formadas por un alambrado muy fino, una tela húmeda por ejemplo, el líquido que aquella retiene es separado por la acción de la fuerza centrífuga y se reúne en la vasija exterior.<sup>1</sup>

Este aparato cómodo y poco costoso podría utilizarse también en la lixiviación: M. Henz Wilder<sup>2</sup> separa por medio de la fuerza centrífuga al líquido lixivador del polvo que le retiene por capilaridad; esta separación repetida varias veces produce muy buenos resultados, pues por ella no hay pérdida de disolvente y se economiza mucho tiempo.

En resumen: para hacer una simple concentración con el sulfato de cal anhidro, creo que se deben guardar las siguientes precauciones: 1ª *No se agregará ni mucho ni poco absorbente; éste sólo podrá usarse cuando la pequeña cantidad que de él ó de sus impurezas se disuelve en ciertos líquidos, no sea perjudicial.* 2ª *El líquido retenido por capilaridad se separa por expresión ó por medio de la fuerza centrífuga.* 3ª *Precipitando con alcohol, carbonato de sosa, etc., se aísla al sulfato de cal disuelto en el agua.* 4ª *Para que no se aglomeren los cristales del absorbente después de la hidratación, se agita en los primeros 20 minutos.*

---

## APLICACIONES.

Ya habiendo expuesto el procedimiento general de diálisis, é indicado el uso del sulfato de cal simplemente para concentrar, me ocuparé de las aplicaciones de que son susceptibles uno y otro procedimientos.

1 J. Girardin. Chimie élémentaire, tomo IV, pág. 502.

2 Pharm. Rec. Febrero de 1884, pág. 53.



Pero ántes debo insistir muy particularmente en estas consideraciones:

Las operaciones químico-farmacéuticas que pueden realizarse por el método general ya expuesto, son tal vez numerosas: no indico á todas ellas porque ni los elementos materiales é intelectuales de que dispongo me lo permiten, ni seria conveniente, fundándose nada más en las enseñanzas de la ciencia puramente teórica, establecer nuevos procedimientos de preparacion más ó ménos defectuosos. Por esto, solamente cuando un cierto número de experiencias me autorizan para hacerlo, expongo de una manera general las aplicaciones del método tratándose de una categoría de cuerpos.

Es tambien muy importante hacer notar que no deben olvidarse las indicaciones generales dadas á propósito del mismo método: de otro modo, en la práctica, puede obtenerse un resultado contrario al que se desea.

Indudablemente que yo mismo desconozco muchas de las imperfecciones é inconvenientes propios de mis procedimientos; pero si no se tienen en cuenta siquiera los que yo señalo, puede ser que las dificultades con que se tropiece sean más numerosas.

*Aplicaciones probables para la preparacion de cuerpos inorgánicos.*—En este caso se utilizará casi exclusivamente al sulfato de cal para simples concentraciones.

El cloruro de potasio, el nitrato de potasa y otros productos en cuya extraccion se evapora y concentra muchas veces, tal podrian prepararse económica y rápidamente, sustituyendo el sulfato de cal al calor para así extraer el agua.

La concentracion de líquidos acuosos interviene en un gran número de preparaciones, y si para ella se usa aquel absorbente, desde luego se tiene una economía de combustible y de aparatos adecuados y costosos; por otra parte, los productos obtenidos serán mejores, pues no han sido expuestos á temperaturas más ó ménos elevadas que en ciertas ocasiones pueden alterarlos ú originar pérdidas cuando existan cuerpos volátiles.



En este caso es necesario no olvidar la acción favorable de ciertas sales respecto á la solubilidad del sulfato de cal en el agua.

Si á la disolución de un gas en el agua se agrega la mitad de su peso de sulfato de cal anhidro, éste, en muchos casos, apoderándose del líquido, pone en libertad al gas.

Fácilmente se observa este fenómeno depositando una capa de aceite por ejemplo, sobre una disolución acuosa de ácido carbónico y añadiendo el absorbente: numerosas burbujas atraviesan al aceite; el gas que las constituye puede recogerse y analizarse.

Las aplicaciones de esto son sin duda poco numerosas, exceptuando tal vez y en algunos casos, para el análisis.

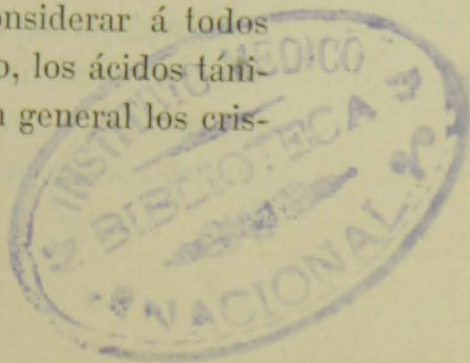
*Cuerpos orgánicos. Ácidos.*—Como el carbonato mezclado al sulfato de cal no existe en gran cantidad, no siempre será necesario separarlo, lo que sí puede hacerse cuando no se quiera tener ninguna pérdida.

Dos casos pueden presentarse en la aplicación del método general para la preparación de los ácidos orgánicos: cuando se use el sulfato de cal para simples concentraciones, ó cuando se proceda por diálisis, por ejemplo, para extraer el ácido cítrico.

Siguiendo las prescripciones ya enumeradas, en los dos casos la aplicación de los procedimientos de que me ocupo, origina rapidez y facilidad en las operaciones; por ellos se evita la alteración de los productos que puede producir el calor, y no se emplean un gran número de disolventes ni se produce un número considerable de reacciones.

Estas y otras ventajas son principalmente apreciables cuando se dialisa y por este medio se consigue la separación de los cuerpos coloides y cristaloides; esto por los procedimientos ordinarios es bastante difícil.

Los casos en que puede utilizarse el método propuesto son tal vez numerosos; no hay necesidad de considerar á todos ellos: no se preparan por diálisis, por ejemplo, los ácidos tánico y oléico, sino los solubles en el agua, y en general los cristaloides.





*Bases.*—Para prepararlas, el sulfato de cal empleado para simples concentraciones no encuentra una útil ni general aplicación, lo que sí sucede con la diálisis química.

El método que podría seguirse para la extracción de los alcaloides, se funda en los tres hechos *generales* siguientes: 1º, las sales de las bases orgánicas pertenecen á la categoría de los cuerpos cristaloides; 2º, son solubles en el agua acidulada, y 3º, esas mismas sales son solubles en el alcohol.

Por lo primero, se separa á las bases orgánicas de los cuerpos coloides, que en los procedimientos ordinarios se aislan por medio de los disolventes; por lo segundo, se tiene un método general de extracción de los alcaloides de los vegetales que los contienen; por lo tercero, se separan del sulfato de cal empleado en la diálisis á las sales orgánicas que retiene mecánicamente.

Para conseguir según esto un buen resultado, tal vez podría procederse de la manera siguiente:

El polvo de las raíces, hojas, semillas, etc., se pone en contacto con la cantidad de agua necesaria, ligeramente acidulada con ácido tártrico; (0gr.5 para 100 gr. próximamente). En todos los casos debe manifestarse una reacción ácida, pero no debe existir un gran exceso de ácido.

Se tiene en maceración, en general, 24 horas, ó en infusión, ó por cualquiera otro método de los empleados para disolver á los cuerpos.<sup>1</sup> (Sería muy cómodo en este caso seguir las indicaciones de M. Wilder, página 25.)

En seguida se filtra; si el volumen del líquido obtenido es considerable, ó si por cualquiera causa se quiere aumentar la rapidez de la operación, se concentra.

Esta disolución que contiene al alcaloide al estado de sal impura, se somete á la diálisis química, no olvidando las precauciones que respecto á ella deben observarse.

Cuando el líquido contenido en el dialisador ya no precipita con los reactivos generales de los alcaloides, se suspende la diálisis.

<sup>1</sup> Dragendorff. Toxicologie.



Si hay necesidad de lavar al residuo de coloides para impedir la pérdida de cierta cantidad de la sal alcaloídica, no debe prolongarse mucho el lavado con agua acidulada, para que la separación sea completa.

Es también importante que el sulfato de cal no esté en exceso, porque de otro modo su tratamiento ulterior es más costoso.

Se pulveriza á este absorbente ya hidratado, y valiéndose de la lixiviación, maceración, etc., se separan con alcohol concentrado á la sal ó sales orgánicas que tiene mezcladas.

Procediendo de esta manera se obtiene una solución alcohólica de las sales de los alcaloides casi puras, no conteniendo en general materias extractivas, colorantes, resinosas, etc.; para extraer de ahí á las bases orgánicas basta separar el alcohol por destilación ó evaporación, disolver al residuo en el agua y precipitar por un álcali ó carbonato alcalino.

Este método es general, y naturalmente no es aplicable absolutamente en todos los casos; además, como se emplea el agua en el primer término de la operación, y se usa ácido tártrico en pequeño exceso, sin duda que pasarán al sulfato de cal no sólo las sales de base orgánica, sino también varios cuerpos cristaloides, orgánicos ó no: pero como se agrega alcohol, y después de la precipitación con un álcali, algún vehículo que disuelva al alcaloide y que será generalmente éter, cloroformo, alcohol amílico, etc., se separan á esos mismos cuerpos cristaloides que casi siempre son insolubles en el alcohol, ó en el éter, ó en el cloroformo, etc.

Las sales inorgánicas en general son poco ó nada solubles en esos disolventes; por otra parte, si se considera que en estos casos su naturaleza es casi siempre inofensiva, pues que en los vegetales existen en proporción insignificante, se puede convenir en que aun dando por verdadera la imposibilidad de separarlos de los alcaloides, su presencia en ellos no presentaría grandes inconvenientes.

Algunos de los cuerpos cristaloides orgánicos que pueden pasar al absorbente, se aíslan en muchas ocasiones con los



vehículos usados: en cada caso será necesario tener en cuenta la composición de los vegetales, y determinar si existen principios no minerales y cristalizables mezclados á la sustancia por extraer, en tal cantidad ó de tal naturaleza que sea conveniente separarlos.

Como el sulfato de cal no se encuentra en presencia de un exceso de agua en la que pudiera disolverse, no es probable que él ó las impurezas que le acompañan, produzcan alguna reacción con las sales orgánicas; si esto sucediera, tal vez se obtendrían sulfatos de base orgánica, en su mayor parte también solubles en el alcohol.

No es de temer la presencia, muy rara, de cal cáustica en el sulfato: en este caso y en circunstancias muy poco reales, se producirán alcaloides libres que también son generalmente solubles en el alcohol.

Por estas razones creo poder asegurar, con las debidas reservas, que hasta ahora el único inconveniente grave que presenta el método ya descrito, consiste en no haber sido estudiado con más detenimiento y por personas competentes.

En general los alcaloides que forman con el ácido tártrico sales incristalizables, por ejemplo el tartrato de conicina,<sup>1</sup> no pueden prepararse por diálisis; pero en este caso, es posible usar otro ácido que no sea el tártrico, y que al combinarse con la base orgánica, forme una sal cristalizable (por ejemplo, el ácido clorohídrico para la conicina.)

(Podría dialisarse en ciertos casos una solución alcohólica de una sal de base orgánica, valiéndose de un septum que no fuera de papel pergamino y usando como absorbente al cloruro de calcio. Este procedimiento que yo no he estudiado, y cuya utilidad tal vez no sea muy grande, podría prescribirse para la preparación de algunos otros cuerpos.)

Cuando se someta al método general un vegetal que contenga no uno sino varios alcaloides, se siguen las prescripciones ya indicadas, y en el sulfato de cal hidratado ó en el residuo que se obtiene destilando á la solución alcohólica de las

1 Pelouze et Fremy. *Traité de Chimie*. Tomo IV, pág. 616.



sales alcaloídicas, se pueden poner en práctica los métodos de separacion ya conocidos: así se aísla á cada uno de los principios.

En la preparacion, por ejemplo, de 22 alcaloides,<sup>1</sup> se practican, segun los métodos hoy usados, 213 operaciones principales, por término medio para cada uno, 9,68 (esto para obtener las sales puras de los mismos alcaloides); segun mi procedimiento, nada más cuatro operaciones se necesitan para conseguir ese mismo resultado.

Debe considerarse además que por él se economiza tiempo y se gana en exactitud y economía: es ménos costoso sin duda separar á las sustancias extractivas, colorantes, etc., por diálisis que por tratamientos con cantidades considerables de éter, cloroformo ú otros disolventes.

El procedimiento dialítico de Graham no presenta algunas de esas ventajas, y sí ciertas imperfecciones que han restringido su uso tal vez más de lo justo; la lentitud de la operacion, las mayores pérdidas que en ella se experimentan, etc., lo han hecho hasta cierto punto inaceptable para la industria.<sup>2</sup>

*Alcoholes.*—La glicerina por ejemplo, puede ó simplemente concentrarse con el sulfato de cal, ó diluyéndola con una poca de agua es posible someterla á la diálisis: ésta se verifica bastante bien gracias á la solubilidad en el agua y naturaleza cristaloides de ese cuerpo.<sup>3</sup>

*Glucosidos.*—Su preparacion cuando son solubles en agua pura ó acidulada, no presenta ninguna dificultad: la infusion, jugo, etc., de la planta se dialisa y en seguida se trata al sulfato de cal por disolventes apropiados.

No deben usarse líquidos muy calientes porque con ellos la separacion es incompleta; es preferible cuando el glucosido sea poco soluble en el agua, ó aumentar su solubilidad en ese vehículo con un ácido, ó seguir el procedimiento comun de extraccion.

1 Andouard. *Traité de Pharmacie*, pág. 373.

2 Respecto á la preparacion de las sales orgánicas, basta atenerse á las indicaciones generales ya dadas.

3 *United States Dispensatory*, pág. 711.



El estudio químico de los principios activos de la digital no está completo todavía, pero cualquiera que sea el principio medicinal de esta planta, me interesa demasiado para la aplicación de mi procedimiento en este caso particular, lo siguiente: Según los Sres. D'Andral, Joret, Trousseau y otros,<sup>1</sup> la tisana de digital preparada por maceración ó por infusión, es la mejor preparación de este vegetal y posee sus propiedades terapéuticas; esto afirman también los Sres. Jaccoud y Dujardin Beaumetz.<sup>2</sup>

Del jarabe preparado según Souberain, con la infusión, puede decirse lo mismo.

De esto se deduce que probablemente los principios ó el principio activo existen en esas preparaciones ya disueltas por sí solas ó á favor de otros cuerpos; esto puede afirmarse á pesar de la insolubilidad en el agua que se atribuye á la digitalina de Nativelle (para los Sres. Roucher y Schiemedeborg, producto complejo); además, la digitalina alemana sí es soluble en el agua.<sup>3</sup>

Teniendo en cuenta estos datos y aceptando la hipótesis no muy aventurada, de que el principio ó principios activos de la digital son cristaloides, puede creerse que tal vez sea posible preparar por diálisis química á un producto que presente las propiedades medicinales de esa planta.

*Cuerpos albuminoides.*—Para el estudio y preparación de la albumina y cuerpos albuminoides, se ha hecho uso de la diálisis por difusión, pero en este caso se tropieza con el inconveniente de que se alteran los líquidos por la lentitud de las operaciones. Para corregir ese defecto, Struve usa como anti-pútrida al agua cloroformizada; pero por esta adición la albumina por ejemplo, pasa á través del septum y en realidad no hay diálisis.

Tal vez con mi procedimiento, por la mayor rapidez de la

1 Souberain et Regnaud. Pharmacie, tomo II, pág. 679.

2 Clinique therapeutique, pág. 50, tomo I.

3 United States Dispensatory, pág. 554.



operacion que puede acelerarse cambiando al sulfato de cal varias veces, se obtenga mejor resultado.

*Aplicaciones probables á la farmacia galénica. Deseccacion y conservacion de las sustancias animales y vegetales.*—Para quitar el agua á esos cuerpos se usa generalmente de la accion de una temperatura más ó ménos elevada, ó se les abandona á la evaporacion espontánea; pero siempre se tiene especial cuidado en impedir las alteraciones de las sustancias que pueden producirse por un calor excesivo, la fermentacion, etc.

Se subsanan las imperfecciones que presentan estos procedimientos y se consiguen algunas ventajas, utilizando la propiedad deshidratante del sulfato de cal.

Pueden encerrarse á las hojas, flores, etc., entre dos pliegos de papel sin barniz, que se depositan encima de yeso calcinado en polvo: comprimiendo ligeramente, la deseccacion es bastante rápida.

De este modo se evita la intervencion del calor; en muchos casos se deseca con rapidez, y por consecuencia las fermentaciones, la volatilizacion de algunos principios, etc., no pueden producirse.

Sin duda que este modo de desecar ya es conocido, pero muy poco usado, tal vez á causa de ser algo costoso; sin embargo, en ciertas ocasiones su empleo puede ser conveniente.

Para conservar á algunas sustancias se impide el acceso á ellas de la humedad y los insectos: depositando una pequeña porcion de sulfato de cal anhidro en las vasijas que las contienen, se consigue ese resultado.

Para los medicamentos reducidos á polvo es útil esa aplicacion, porque muchos de ellos son higrométricos, y generalmente bajo la accion de la humedad sufren alteraciones más ó ménos profundas que modifican su energía terapéutica.

Esto se evita, lo repito, colocando encima de ellos una cantidad conveniente de sulfato de cal anhidro que puede encerrarse en un papel, un lienzo, etc.: el vapor de agua se emplea en hidratar á esta sal que debe renovarse con frecuencia.

Estos procedimientos, probablemente útiles para la conser-



vacion de los objetos de Historia Natural, han manifestado su eficacia en las siguientes experiencias:

Una cierta cantidad de carne comprimida entre dos hojas de papel y sujeta á la accion del sulfato de cal, despues de 48 horas de contacto, de las nueve partes de agua que contenia próximamente, perdió 6,2.

El cadáver de un pequeño mamífero cubierto con la misma sal, se desecó en poco tiempo sin entrar en putrefaccion; en hojas y flores de distintas plantas se obtuvo el mismo resultado.

En un frasco imperfectamente tapado se introdujeron varias pieles de animales, atacadas por insectos (*Dermestes, Anobium*), y encima de ellas se depositó sulfato de cal en polvo: los insectos murieron. En algunos otros de estos articulados cuya conformacion les permite vivir mayor tiempo en una atmósfera poco húmeda, se observa lo mismo. (*Bacteria, Sphenophorus.*)

*Extractos acuosos.*—Para su preparacion segun los métodos ya expuestos, es conveniente tener en cuenta la naturaleza de sus principios constitutivos; puede suceder que la actividad de un extracto sea debida á cuerpos coloides ó á cuerpos cristaloides, y segun esto su preparacion en uno y otro caso debe ser distinta; pero en todos los casos, aunque haya á la vez importantes principios coloides y cristaloides, puede seguirse un procedimiento que facilita su preparacion.

1º *Método aplicable para la concentracion hasta cierto grado, de los líquidos extractivos que contengan cuerpos de cualquiera naturaleza.*—Ya habiendo preparado al jugo ó solucion por concentrar, se le añade una tercera parte de su peso de sulfato de cal anhidro, se agita varias veces en los primeros 15 ó 20 minutos y se deja depositar al absorbente en suspension en el líquido; despues, si no hay principios albuminoides ó gomosos importantes, se precipita *completamente* con alcohol ó agua alcoholizada, ó por cualquiera otro de los métodos ya enumerados se separa al sulfato de cal disuelto; se decanta sobre un filtro, la parte sólida se exprime en un lienzo de teji-



do fino y el líquido que resulta se vierte en el mismo filtro. Se puede colar ántes de la filtracion, y si se quiere no tener una pequeña pérdida; se aísla al líquido que retiene por capilaridad el absorbente hidratado, por el procedimiento ya descrito (página 25.)

Se puede lavar al sulfato de cal con una pequeña cantidad de agua alcoholizada.

Procediendo de esta manera, se separan próximamente dos terceras partes de agua: al líquido muy concentrado que se obtiene puede quitársele el resto del agua por otro medio.

2º *Método aplicable para la preparacion de los extractos que deben su actividad únicamente á cuerpos coloides.*—La solucion muy concentrada obtenida segun el primer método, se somete á la diálisis; cuando ésta termina, se encuentran los coloides únicamente en el interior del dialisador.

Las alteraciones que puede producir, en ambos métodos, el sulfato de cal disuelto en el líquido primitivo, no son considerables ni demasiado nocivas: pueden formarse sales calcáreas de ácidos orgánicos generalmente insolubles, y la base á que éstos estaban combinados se une al ácido sulfúrico para formar, en muchos casos, compuestos solubles.

Hay por esto una ligera pérdida de ácidos orgánicos, pero es pequeña y poco importante, pues en los extractos no se aprovechan generalmente los ácidos que forman sales insolubles con la cal.

Si se quiere impedir esa pérdida, puede agregarse al líquido primitivo alcohol, por ejemplo, ántes de añadir el sulfato de cal: éste no se disuelve y en consecuencia no produce ninguna reaccion.

Las ventajas de estos métodos son notorias: en ellos si se usa al calor, es durante muy poco tiempo, la operacion es muy rápida, etc., etc.

*Aplicaciones probables al análisis general.*—Las aplicaciones de los procedimientos ya descritos al análisis, son tal vez numerosas: me limitaré á dar algunos ejemplos relativos á esta cuestion.



En algunas ocasiones puede determinarse rápidamente y con exactitud la cantidad de agua que contiene un cuerpo, por medio del sulfato de cal anhidro: por ejemplo, la glicerina.

Puede utilizarse la diálisis química para el análisis de ciertos cuerpos complejos: por ejemplo, los extractos; ya M. Lepage ha propuesto el uso de la diálisis por difusión para analizarlos cualitativamente, pero nada más cuando se trata de investigar la proporción que contienen de principios cristaloides: tal vez mi procedimiento pueda ser más general.

Para analizar á los vegetales, Graham recomienda la diálisis por difusión; la diálisis química probablemente es más ventajosa en este caso: el jugo de la planta ó su infusión, cocimiento, etc., se dialisa y se obtienen así los cuerpos coloides separados de los cristaloides; en el sulfato de cal se buscan los cristaloides inorgánicos lavando con agua (pues todos ellos serán solubles en ese vehículo si como ya dije se opera sobre una disolución acuosa), en una parte del líquido primitivo, y para más exactitud se investigan las sales de cal.

En seguida con el alcohol, el éter, el sulfuro de carbon, etc., se aíslan á los cristaloides orgánicos mezclados al absorbente: en muchos casos hasta puede obtenerseles separados unos de otros.

Por último, el residuo de coloides se analiza siguiendo las indicaciones del análisis especial.

No deben olvidarse las reacciones que puede producir el sulfato de cal disuelto en el agua.

*Toxicología.—Análisis de materias minerales en presencia de cuerpos orgánicos que es necesario separar para que las reacciones de los primeros puedan producirse ú observarse.*—Aplicando en estas circunstancias y con ese objeto el método de diálisis por difusión, se presentan algunas dificultades que, lo repito, han restringido su uso más de lo justo.

La diálisis química tal vez sea aplicable á la Toxicología, y ofrezca en este caso algunas ventajas dignas de considerarse.

“El procedimiento de separación más conveniente en una investigación toxicológica, dice Dragendorff,<sup>1</sup> será el que per-

<sup>1</sup> Dragendorff. Toxicologie, pág. 10.



mita obtener, por una misma operacion, el mayor número posible de venenos semejantes por sus propiedades; esto en una forma de tal naturaleza, que su presencia pueda ser demostrada por los procedimientos químicos ordinarios; se debe además elegir la reaccion que permita considerar como probable la presencia ó ausencia de un número tan grande como sea posible de sustancias tóxicas y diferentes.”

La diálisis química tal vez satisface á estos preceptos: desde luego, en ella, se obtienen separados de los cuerpos coloides á los cristaloides, lo que en una operacion bien conducida se verifica con bastante exactitud; en seguida puede tratarse al sulfato de cal por una serie de disolventes; si el residuo que deja al evaporarse alguno de ellos, por sus propiedades químicas simplemente, ó tambien por las fisiológicas, manifiesta ser venenoso, se sabe entónces que hay un cuerpo tóxico, cristaloides, orgánico ó no, soluble en tal ó cual vehículo, etc.; lo mismo puede decirse respecto de los coloides.

“En la química legal es necesario encontrar métodos que permitan aislar de una ó varias mezclas de sustancias diferentes, en una sola y misma operacion, el mayor número posible de venenos, sin alterar á las otras sustancias; esto de tal manera que en ella se puedan buscar á otros cuerpos tóxicos. Por la separacion de los venenos metálicos se destruyen á las materias orgánicas y por consecuencia á los venenos de la misma naturaleza; la destruccion de estos últimos debe considerarse como un inconveniente del método, que á lo ménos en la actualidad no puede evitarse.”<sup>1</sup>

Por la diálisis química tal vez se corrige ese defecto.

Otras ventajas, y sin duda numerosas imperfecciones, presentan mis procedimientos: yo, incapaz de hacerlo, dejo el estudio de unas y otras á las personas competentes que de ello quieran ocuparse.

ALFONSO L. HERRERA.

<sup>1</sup> Loc. cit., pág. 11.



