

# CHEMIA

Revista del Centro Estudiantes del Doctorado en Química

Director: CARLOS A. ABELEDO (interino)

Primer Redactor: ROBERTO RECODER

Administrador: CARLOS GRIOT

## SECCIÓN CIENTÍFICA

James Colquhoun Irvine

### LA CONSTITUCION DE LOS POLISACARIDOS <sup>(1)</sup>

Al escribir esta conferencia, he tratado tan sólo de hacer un sumario de los resultados de investigaciones que se han extendido sobre veintiún años, para obtener la evidencia necesaria sobre la cual se basa la actual representación de la estructura de los polisacáridos. Esto era necesario a pesar de que un estudio rápido o una sinopsis adecuada de los numerosos problemas de la química de los hidratos de carbono que han sido resueltos o que todavía esperan solución, no puede darse en forma concisa. Discutir aún dentro de estrechos límites, la estructura de un simple azúcar, lleva a un sinnúmero tal de reacciones y relaciones, que pretender tratar en una simple conferencia todas las clases de hidratos de carbono es correr al desastre.

Mi disculpa al pretender hacer lo que creo una imposibilidad, es que para mí, los hidratos de carbono están situados entre las substancias que más fascinan al químico. Para el estudiante que penetra en nuestra ciencia, debe producirle especial satisfacción el ver cómo nuestro conocimiento de los hidratos de carbono se ha extendido bajo el estímulo de las nuevas ideas de estructura. Las investigaciones primeras y las tempranas exploraciones sobre el rol de los hidratos de carbono en el organismo vivo, no deben ser pasadas por alto, las dificultades

(1) Conferencia pronunciada en la Universidad de Yale y aparecida en «*Chemical Reviews*», Vol. I, pág. 41, 1924, publicada por *The American Chemical Society*.

experimentales que hoy encontramos, deben servir tan sólo para recordarnos la habilidad y la paciencia dedicadas a ese trabajo. Y si retrocedemos más allá de un siglo, encontraremos a los viejos maestros discutiendo sobre azúcares y diciendo en unas pocas líneas impresas, todo lo que se sabía sobre los mismos. Acérquemonos setenta años, y encontraremos muy pocos adelantos; algunos azúcares más se han descubierto, una gran variedad de derivados ha sido preparada, pero en ausencia de ideas de estructura, la información obtenida es puramente descriptiva y empírica. Vino entonces el brillante período de la química estructural de los hidratos de carbono, que culminó en el gran despertar que debemos a Emilio Fischer.

Fué verdaderamente un notable progreso el que se hizo al poder desarrollar la fórmula  $C_6 H_{12} O_6$ , no sólo en sus grupos importantes, sino también en su configuración, para poder así explicar las isomerías y las relaciones mutuas entre las diferentes hexosas. Casi inevitablemente a esta fase de progreso siguió un período de pasividad, y no sorprende que en los pasados veinte años el estudio de los azúcares ha pasado por períodos de actividad y de estancamiento. El presente es un período de actividad, y debido a este interés creciente, siéntome tentado a tratar muchos problemas de la constitución de los hidratos de carbono, pero paréceme prudente, dado el espacio que poseo, dedicarme casi exclusivamente a aquellos que han atraído la atención de mis colaboradores y de mis colegas.

A pesar que con los conocimientos que actualmente poseemos, es posible efectuar una clasificación completa de los hidratos de carbono, podemos, en obsequio de la sencillez, adherirnos al sistema más en boga y dividirlos en tres grupos:

- a) azúcares reductores no hidrolizables;
- b) compuestos glucosídicos que por hidrólisis dan por lo menos un azúcar reductor (los dí- y *n*-sacáridos pueden considerarse ejemplos especiales de esta clase;
- c) polisacáridos.

Los grupos mencionados están íntimamente relacionados, y los problemas de constitución presentados por los glucósidos, los *n*-sacáridos y los polisacáridos, dependen, naturalmente, de la estructura de los azúcares reductores más sencillos. Una falla en nuestro conocimiento de los monosacáridos, se refleja inmediatamente en los sacáridos más complejos.





ra explicar esta falta de conocimiento, el cual no podrá obtenerse, si como sucede generalmente, la atención se concentra tan sólo sobre el grupo reductor; cada grupo oxhidrilo debe ser estudiado, porque cada uno posee propiedades particulares, y contribuye a las reacciones de la molécula de azúcar. Estas consideraciones conducen a otro punto que considero de una importancia mayor. Es evidente que la unión del átomo de oxígeno que forma el ciclo, no necesita quedar exclusivamente en una posición, sino que puede conectar diferentes pares de átomos de carbono y así todos los grupos del 1 al 6 pueden ser considerados como variables.

Por ejemplo:

La posición 1 puede ser del tipo  $\alpha$  o del  $\beta$ .

La posición 2 puede intervenir en la formación de un ciclo oxi-etilénico.

La posición 3 puede intervenir en la formación de un ciclo oxi-propilénico.

La posición 4 puede intervenir en la formación de un ciclo oxi-butilénico.

La posición 5 puede intervenir en la formación de un ciclo oxi-amilénico.

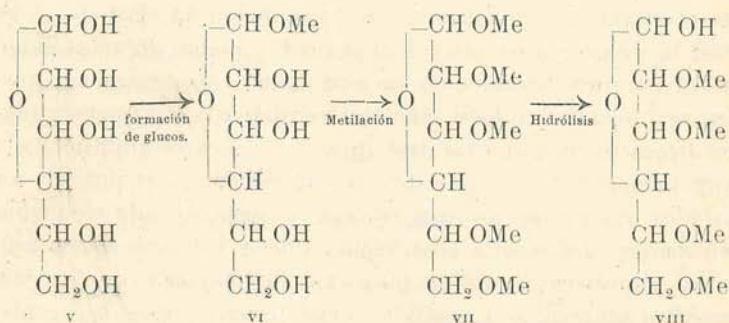
La posición 6 puede intervenir en la formación de un ciclo oxi-hexilénico.

De esto se deduce, que si incluimos una variedad aldehídica, resulta que la *d*-glucosa puede reaccionar bajo cualquiera de las once formas indicadas, o como una mezcla de isómeros. Estas posibilidades tan complicadas, deben ser tomadas en cuenta al especular sobre las reacciones de los llamados azúcares « simples », al fijar su origen, su metabolismo y sus relaciones con los di- y polisacáridos.

Estas, son consideraciones preliminares, y he de dirigirme ahora a demostrar cómo se progresó en el estudio de la estructura íntima de los hidratos de carbono, por el empleo de un método particular de investigación que por las razones dadas fué aplicado en primer término a los monosacáridos. Me refiero al proceso de metilación, una reacción que ha sido empleada para introducir grupos metilos estables, en cualquier posición



hidroxilada de un azúcar reductor, o en cualquier grupo oxhidrilo que no esté substituído, en un derivado de los mismos. Tomando un ejemplo que ha sido completamente estudiado, la serie de reacciones que conducen a una glucosa completamente metilada, puede darse en el siguiente esquema:



El primer paso es la formación de un metilglucósido, reacción que tiene por efecto la protección del grupo reductor, y que es seguida por la introducción de otros grupos metilos en los oxhidrilos restantes. Es importante señalar que la hidrólisis ácida de los glucosidos metilados, influye sólo en una posición de la molécula, el grupo alquílico glucosídico es eliminado, mientras los otros grupos metílicos quedan. En la tetrametil glucosa producida, cuatro grupos oxhidrilos están enmascarados, y es así posible estudiar las propiedades del grupo reductor en ausencia de muchos factores de complicación. Extendiendo esta reacción, es natural, que si un azúcar está substituído por un grupo o grupos posibles de eliminar por una hidrólisis subsiguiente, es posible metilar los oxhidrilos no substituídos, y obtener como producto último azúcares metilados en ciertas y determinadas posiciones. En estos productos la posición de los oxhidrilos libres coincide con las posiciones en las cuales los grupos hidrolizables, estaban unidos al azúcar primitivo. Así, partiendo del bencilidene-metilglucósido, sólo dos grupos oxhidrilos son metilables, y en consecuencia, completando la serie de reacciones, el producto final es una dimetilglucosa. El estudio de los trabajos publicados al respecto, mostrará que el método es de una amplia aplicación, y que nu-

merosas aldosas y cetosas metiladas total o parcialmente, han sido preparadas y estudiadas.

En general, puede decirse que los azúcares alquílicos son muy útiles para un estudio experimental crítico. En muchos casos los compuestos cristalizan en sistemas fácilmente caracterizables, y en adición, los azúcares y sus glucósidos, pueden ser efectivamente purificados por destilación en el vacío. Además, la presencia de grupos alquílicos aumenta la solubilidad en los solventes orgánicos, y de esta manera sus reacciones pueden ser estudiadas bajo diversas condiciones. Caracterizados por propiedades como las descritas, los azúcares alquílicos son muy buenos como compuestos de referencia, pues pueden ser aislados y reconocidos con certeza, aun poseyendo pequeñas cantidades. La misma observación puede aplicarse a los azúcares alquílicos líquidos, pues en la mayoría de los casos dan glucósidos y anilidas cristalizadas sobre los cuales puede determinarse con exactitud las constantes físicas.

Me he referido a la facilidades que se obtienen por medio de los azúcares alquílicos, para localizar la acción de un reactivo en la molécula de los mismos, pero una mejor aplicación y de más importancia, es el uso que ha sido hecho de ellos para resolver el problema de la constitución de los glucósidos, de disacáridos y polisacáridos. Si se atribuye a un derivado de un azúcar, la fórmula general  $S-G$ , donde  $S$  es un residuo de un azúcar y  $G$  un grupo cualquiera unido al mismo, la metilación seguida por hidrólisis dará un mínimum de dos productos, uno de los cuales será un azúcar metilado. La determinación del número y la distribución de estos grupos metílicos en cada uno de los productos de hidrólisis dará la estructura completa del compuesto primitivo, pues revelará el modo de unirse los constituyentes individuales.

En el caso especial en que el grupo  $G$  sea también un residuo sacárido, el compuesto considerado puede ser un disacárido, y su fórmula general se escribiría  $S-S$ . Precisamente el mismo método de estudio puede ser aplicado a su estructura, con la simple diferencia que se obtendrá dos azúcares metilados en lugar de uno solo. El método es igualmente aplicable al tipo general  $S_n$  que incluye a los polisacáridos.

La ventaja de los azúcares metilados para resolver los pro-

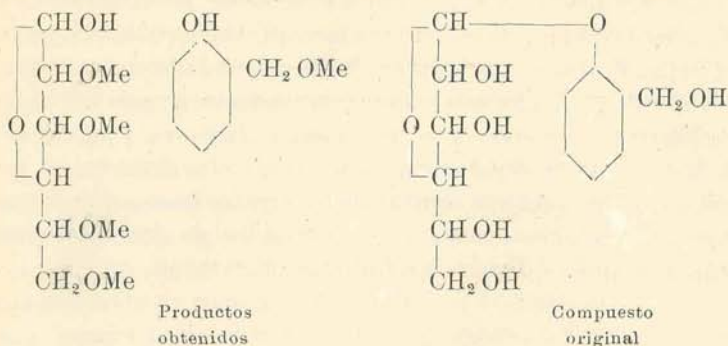


blemas de constitución fué reconocida desde los comienzos de nuestros trabajos; pero deliberadamente los estudios respecto los polisacáridos se postergaron, hasta que se hubieron preparado los monosacáridos metilados, forzosamente necesarios, como compuestos de referencia en los trabajos ulteriores. Una vez hecho esto, se llega rápidamente a los resultados deseados, y me propongo ahora referir algunas de las conclusiones a que hemos llegado en algunos casos típicos, elegidos de los diferentes grupos en que se dividen los hidratos de carbono.

### Constitución de los glucosidos naturales

Como ya se ha explicado, la aplicación del método de metilación a los  $\alpha$ - y  $\beta$ -metilglucósidos, conduce finalmente a la obtención de una de las cinco formas posibles de tetrametilglucosa. El azúcar obtenido es un sólido cristalino, y fácilmente identificable por medio de sus constantes físicas. La estructura que se le asigna es la de la fórmula VIII, y por lo que hemos manifestado, es natural que todos los hidratos de carbono, basados en el mismo modelo estructural que los metilglucósidos, darán la misma variedad de tetrametil glucosa.

El primer caso investigado fué el de la sacarosa, que puede ser considerado como un caso especial de compuestos glucósidos. La metilación seguida de hidrólisis condujo a la misma tetrametilglucosa que en el caso anterior, resolviendo así el problema de la estructura del resto de glucosa. Otro ejemplo que se presentó posteriormente es el de la salicina, que fué convertida en un derivado pentametilado cristalino, el cual a su vez daba nacimiento a cantidades equimoleculares de tetrametil glucosa y del étermetílico de la saligenina. De estos resultados se deduce que la estructura del glucósido debe ser:



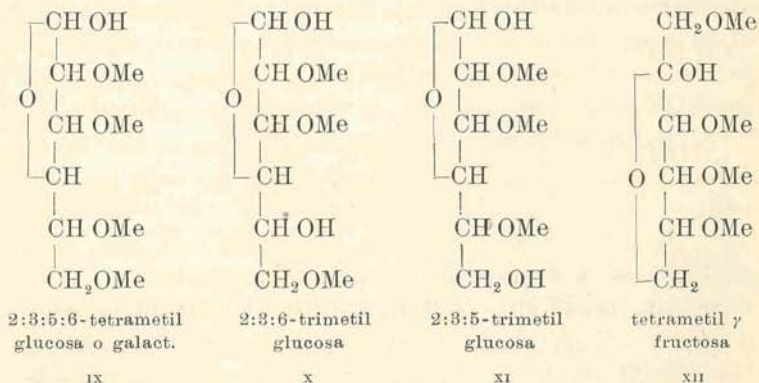
La prueba indicada se aplica igualmente a la helicina y la populina, ambos glucósidos que pueden derivarse de la forma oxibutilénica de la glucosa, pues han sido preparados a partir de la salicina, por un proceso que no altera la unión glucosídica. Me puedo también referir a resultados de naturaleza semejante, que se han obtenido con importantes glucósidos naturales. Se ha probado que el hidrato de carbono se une en la arbutina y en el indicano en la misma forma que en la salicina, mientras que la amigdalina hace excepción y debe ser considerada de la forma *S*—*S*—*G*, en la cual el residuo *S*, es un hidrato de carbono capaz de dar tetrametil glucosa. Estos no son casos aislados, y es digno de señalarse que los glucósidos naturales hasta ahora investigados han demostrado ser derivados de la variedad de glucosa más estable, es decir, de la oxi-butilénica. Este resultado puede ser interpretado diciendo que la glucosa puede y debe existir en una forma acitva, pero que esa forma, no desempeña un papel permanente en la formación de los glucósidos en la naturaleza. Señalaremos luego los glucósidos artificiales derivados de una variedad más inestable de la glucosa, pero desde ya podemos decir, que esos compuestos, por lo menos en ausencia de medios hidrolizantes, no muestran ninguna tendencia a transformarse en sus isómeros más estables, modificando el óxido interno correspondiente. Este cambio parece depender de la presencia del grupo reductor, y los resultados obtenidos indican que es la forma más estable de la glucosa la utilizada por las plantas para la formación de los glucósidos naturales. Existen algunas indicaciones



en el sentido que los compuestos glucosídicos que forman los pigmentos de las plantas, no derivan invariablemente de una misma forma de glucosa, pero nuestro trabajo no está por el momento lo suficientemente adelantado para poder llegar a una conclusión definitiva.

### Constitución de los disacáridos

Cinco hexosas metiladas diferentes, han servido como compuestos de referencia para determinar la posible constitución de los disacáridos y polisacáridos más importantes. Estas hexosas son: tetrametil glucosa, dos formas isoméricas de la trimetilglucosa, tetrametil  $\gamma$ -fructuosa y tetrametil galactosa.



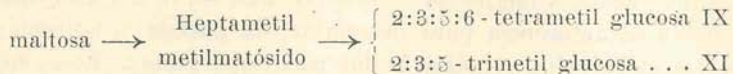
De estas, la 2:3:5:6-tetrametil glucosa, ha sido la de más importancia, y, afortunadamente, es también la más fácilmente identificable de todos los azúcares metilados.

Al considerar los disacáridos reductores, se sigue el tratamiento de los monosacáridos en parte, especialmente introduciendo el grupo metílico glucosídico, antes de la metilación de los demás oxhidrilos. Por un método simple pero excelente, estas operaciones consecutivas se efectúan en una sola operación y de esta manera una serie de disacáridos completamente metilados ha sido obtenida. La hidrólisis de esos compuestos ha dado resultados que son decisivos para la determinación de las uniones de las moléculas de hexosa que los forman. Como

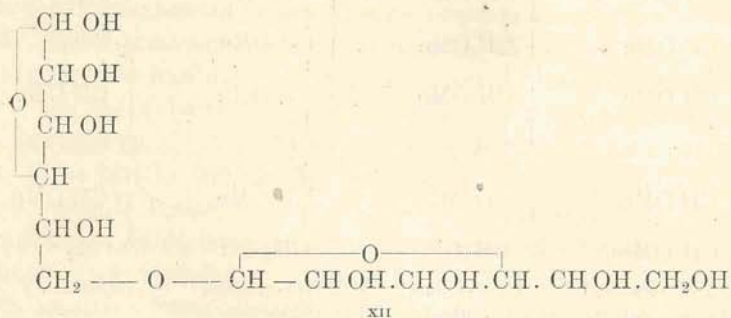
los principios utilizados ya se han explicado, los estudios realizados sobre la estructura de los disacáridos pueden sintetizarse fácilmente.

MALTOSA

Las reacciones necesarias para esta investigación particular son las siguientes:



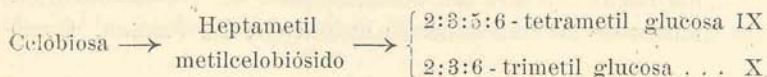
Utilizando las estructuras deducidas de los residuos IX y XI, es evidente que la unión de las moléculas de glucosa en la maltosa es la siguiente:



La fórmula establecida, encuentra una aplicación ulterior como se verá más adelante, al discutir la constitución de la molécula de almidón.

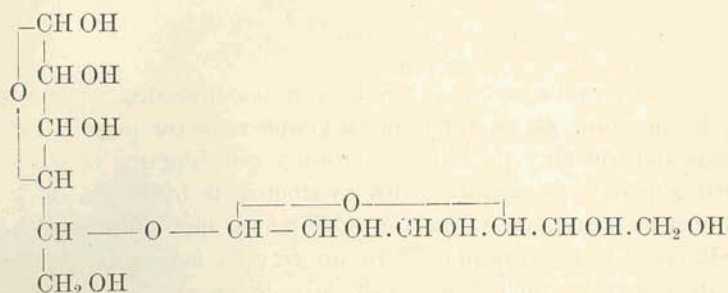
CELOBIOSA

Una manera completamente diferente de combinarse se encuentra en la celobiosa, pues una molécula de glucosa se une por medio de su grupo reductor al oxhidrilo en posición 5 de la otra molécula. El esquema de la investigación es el siguiente:





De estos resultados se deduce que la molécula de celobiosa tiene la siguiente estructura.

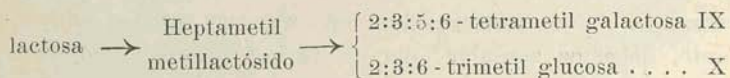


xiii

Al parecer, la unión de las moléculas de glucosa y aun de otras hexosas en la forma anterior, es característica de los hidratos de carbono naturales, pues la misma se encuentra en la celulosa, en el almidón y en el glicógeno, pero no así en las dextrinas sintéticas. Presenta interés, por otra parte, el hecho que esa misma unión exista en otro disacárido: la lactosa.

#### LACTOSA

Las relaciones existentes entre la glucosa y la galactosa en la lactosa, se hacen resaltar fácilmente por medio del siguiente esquema:



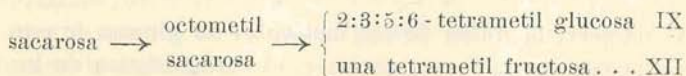
Considerando el origen de la lactosa, es importante señalar que la galactosa que la forma, pertenece al tipo estable, y que la forma activa o forma  $\gamma$  no existe en la molécula. Esto pudo ser establecido fácilmente, pues si bien la tetrametil galactosa es un líquido, puede ser identificada transformándola en una anilida cristalina, con rendimientos tales que excluyen toda posible existencia de otro isómero cualquiera.

Considerando las relaciones que existen entre los diversos polisacáridos, la constitución de los otros disacáridos reductores, podría obtenerse de los resultados experimentales ya obte-

nidos muy fácilmente; mientras tanto es preferible discutir el problema más complicado de la sacarosa.

SACAROSA

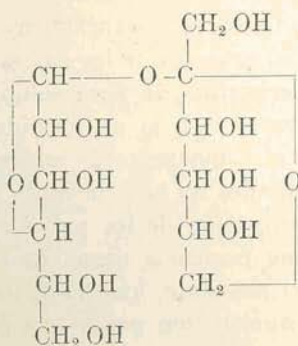
Dos factores importantes facilitaron las investigaciones sobre la sacarosa. La ausencia de un grupo reductor permitió su metilación con muy pocas dificultades, y el hecho que la tetrametil glucosa que es uno de los productos de hidrólisis de la octometilsacarosa, cristaliza tan fácilmente, que pudo ser inmediatamente identificada. Pero un estudio más aplicado de los detalles experimentales, reveló más de un obstáculo.



El derivado de la fructosa era un líquido, y su separación por destilación, fué larga e imperfecta. Esto se solucionó cuando se reemplazó el derivado octometilado por el heptametilado, pero apareció entonces una nueva dificultad. El compuesto era anormal, siendo dextrógiro en lugar de ser levógiro, y aunque algunas investigaciones ya había señalado esta anomalía, una larga investigación ha sido necesaria para dar una fórmula a dicho azúcar metilado.

Se sabe actualmente que ese compuesto pertenece a la clase generalmente conocida con el nombre de *azúcares*  $\gamma$  y espero referirme a esos isómeros tan curiosos más adelante. Entretanto, debemos señalar que la forma normal levógira de la fructosa, posee un ciclo oxi-butilénico, como ha sido probado definitivamente, y que en la tetrametil fructosa anormal, el ciclo oxigenado se ha modificado fundamentalmente. La primitiva suposición que era un ciclo oxi-etilénico, debe ser dejada completamente de lado, y uno de mis colegas ha contribuido con datos experimentales para sostener que se trata de un ciclo oxi-amilénico. De acuerdo a esa teoría la fórmula de la sacarosa sería:





xiv

Debe por otra parte señalarse que la dimetil y la trimetil fructuosas que se obtienen de la inulina, son igualmente azúcares  $\gamma$  y poseen el mismo ciclo oxigenado que se encuentra en el residuo fructósido de la sacarosa. El estudio de este ciclo oxigenado se encuentra en el residuo fructósido de la asacarosa. El estudio de estos azúcares, que se está efectuando actualmente, contribuirá sin duda alguna a explicar la estructura de la sacarosa.

De lo que se ha expuesto, se deduce que un nuevo hecho viene a introducir una complicación en los estudios de la inversión de la sacarosa; pues uno de los productos de hidrólisis hallados no es el mismo que se encuentra en la molécula. Este disacárido puede servir también de ejemplo para mostrar cómo la metilación ha podido dar indicaciones sobre la estructura de una molécula, que otros métodos no habían podido determinar.

### Polisacáridos

A pesar que teóricamente cada azúcar reductor puede dar un polisacárido, los ejemplos típicos de esta clase de compuestos no son muy numerosos, y en la actualidad nuestra atención se ha concretado a cuatro de los representantes más importantes: la celulosa, el almidón, el glicógeno y la inulina. Es interesante señalar que no puede justificarse la opinión que esos nombres se refieren a compuestos individuales perfectamente caracterizados, y hablando con criterio crítico, los debemos considerar más bien como aplicables a grupos de compuestos íntimamente relacionados.

Un estudio sistemático de los polisacáridos con el objeto de determinar su estructura es, naturalmente, mucho más difícil que en el caso de los azúcares de los cuales derivan. La ausencia de estructura cristalina, la poca solubilidad que poseen y la incertidumbre respecto a la uniformidad del material que se posee, son todas circunstancias que miden la dificultad de esa tarea. Estas dificultades no han detenido a los químicos en el camino de la investigación de los polisacáridos, que han sido examinados con una paciencia digna de alabanza, pero debemos admitir, por el momento, que las reacciones que permiten dilucidar su constitución, son pocas en número, y difíciles de interpretar.

Ante todo, la falta de datos ciertos sobre el peso molecular de cada uno de los miembros de ese grupo, aun aproximadamente, ha sido un gran inconveniente. Dos puntos fundamentales, sin embargo, se han establecido. Los polisacáridos poseen todos la fórmula bruta  $(C_6 H_{12} O_5)_x$  y son, por lo menos aparentemente, polímeros de ciertas unidades perfectamente establecidas. A pesar que muy pocos datos pueden deducirse de una fórmula empírica de esa naturaleza, la situación se aclara algo, cuando se recuerda que por una hidrólisis completa cada polisacárido se convierte en un monosacárido. Son ejemplos clásicos:

celulosa	—————>	glucosa
almidón	—————>	glucosa
glicógeno	—————>	glucosa
inulina	—————>	fructosa

Los datos aportados por la hidrólisis son importantes, pero en ciertas ocasiones sumamente engañosos, y la consideración de un ejemplo dará idea de las sorpresas que aguardan al investigador en ese terreno. El hecho que la inulina se convierte por la acción de ácidos diluídos en la forma levógira ordinaria de la fructosa, conduce naturalmente, a la hipótesis que ese polisacárido es de un derivado de esa forma del azúcar. La realidad no es así, y ha sido actualmente comprobado que la molécula de fructosa obtenida cuando se hidroliza la inulina, es una cetosa dextrógira, que se transforma in-

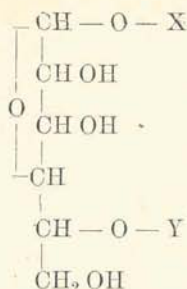


mediatamente en la variedad estable levógira. Un caso extremo que hace paralelo al de la sacarosa es el que he señalado, pero sirve para ilustrar la cautela que se precisa en un trabajo de esa naturaleza. La falta de tacto en apreciar el isomerismo tan complejo de que son capaces los monosacáridos ha conducido en otros casos a vana especulación.

A pesar que desde el punto de vista de la estructura la inulina es única, y en muchos aspectos el más interesante de los polisacáridos, es preferible tratar primero algunos miembros de esa clase relacionados a la glucosa. Me referiré, pues, en primer término, a la celulosa.

#### CELULOSA

En un trabajo recientemente presentado ante la Chemical Society, de Londres, se establecen ciertos resultados de los cuales puede deducirse la constitución de la unidad molecular de la celulosa de algodón. Para evitar repeticiones, omitiré toda discusión detallada y me concretaré a dar una sinopsis estricta de las pruebas fundamentales. La celulosa del algodón ha sido transformada en  $\alpha$ -metilglucósido con rendimientos tales, que son prácticamente cuantitativos, de tal manera que no hay razón ninguna para dudar que ese polisacárido está exclusivamente constituido por glucosa. Este resultado no dá naturalmente ninguna clave para determinar la forma en que esas moléculas de glucosa se unen, pero los datos necesarios han sido establecidos por una investigación paralela con celulosa completamente metilada. La alquilación es fácil hasta el estado de éter dimetílico, pero a partir de éste, el contenido en metoxilo se eleva muy lentamente, y hubo una cierta dificultad en poder obtener una trimetil celulosa y comprobar que ese es el límite de sustitución. Ahora bien; sabemos desde hace algunos años, que cuando se hidroliza la dimetil celulosa, se obtiene una mezcla compleja de azúcares metilados, de los cuales un componente es la 2:3:6—trimetil glucosa. Este resultado permitía tan sólo dar a la celulosa una fórmula que podía representarse:



xv

Aparte del hecho que forzosamente debía tratarse de residuos glucosa, la naturaleza de los grupos *X* e *Y* permaneció completamente desconocida hasta que se pudo obtener, para hidrolizar la celulosa completamente metilada que he mencionado.

Se agregó entonces una nueva dificultad, debido al desconocimiento que teníamos de como los grupos oxhidrilos se distribuían en la celulosa entre las diferentes unidades  $C_6$ . Aplicando las consideraciones ya discutidas, la teoría indica que según la manera como estuvieran distribuidos los oxhidrilos en cada componente  $C_6$ , una trimetil celulosa podía hidrolizarse siguiendo cuatro líneas diferentes, y podían producirse 49 azúcares metilados como máximo. Estas posibilidades realmente formidables se consideraron en el trabajo citado, pero el resultado experimental obtenido fué el más simple entre todas ellas. La trimetil celulosa fué convertida en el trimetil metilglucósido y éste a su vez dió el azúcar correspondiente, libre de cualquier isómero u otro derivado de la glucosa. Una notable simplicidad se presentaba pues, para la molécula de la celulosa dado que las fracciones desconocidas *X* e *Y* resultaron idénticas una con otra, y con el residuo de glucosa conocido. Para extender este resultado al problema de la estructura molecular es necesario conocer cuántos de esos residuos de glucosa entran en la formación de la unidad. El problema se soluciona en parte si se toma en consideración la constitución de la celobiosa pues existen buenas razones para suponer que este azúcar es una función definida del complejo celulósico. La expresión más simple de la molécula de la celulosa, consiste





Las reacciones principales de la celulosa se explican por la fórmula anterior, pero los resultados que se obtienen por el proceso de metilación fallan en dos puntos importantes. No se puede deducir si la forma  $\alpha$  o  $\beta$  de la glucosa es la que entra en la formación de la molécula, y por otra parte no se tiene una idea del mecanismo ni de la amplitud de polimerización de la molécula fundamental. No podemos decir que nuestro trabajo esté completamente terminado, y por otra parte debemos señalar, que por degradación de la celulosa del esparto se ha aislado un compuesto que posee la estructura requerida por la unidad molecular, arriba indicada. Ahora que las líneas principales de la molécula de celulosa se conocen, fácil será aplicar los resultados obtenidos a otros campos y actualmente estamos extendiendo nuestras investigaciones a ciertas formas de celulosas modificadas.

#### ALMIDÓN.

Volviendo nuevamente al problema de la constitución del almidón, hemos de señalar que se presentaron las mismas dificultades que en el caso ya referido de la celulosa y que considerados superficialmente, los dos polisacáridos parecen tener mucho de común. Al igual que la celulosa, el almidón está compuesto completamente por glucosa, y posee tres hidroxilos libres por cada residuo  $C_6$  presente en su molécula. Esto no indica en modo alguno, como se suele suponer generalmente, que cada molécula de glucosa posea tres hidroxilos substituidos, ni que la distribución de ambos sea uniforme. La principal reacción que dá el almidón y que debe aparecer indicada en su fórmula de estructura es su transformación en el disacárido maltosa por la acción de la diastasa. El almidón se distingue también netamente de la celulosa por ser más fácilmente hidrolizable por los ácidos, lo que al mismo tiempo puede señalar:

- a) Un tipo diferente de polimerización.
- b) Un modo de unión distinto entre los residuos de glucosa.
- c) Una variación en el tipo de los residuos de glucosa.

En otras palabras, parte de la molécula de almidón podría

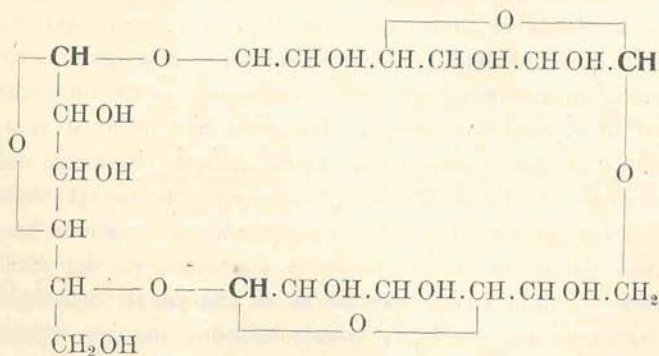


relacionarse al tipo de la  $\gamma$ -glucosa, pero esta posibilidad puede ser definitivamente excluida después de los datos obtenidos por metilación. Estos datos son simples por sí mismos, pero pocas reacciones piden más atención al experimentador que la metilación del almidón.

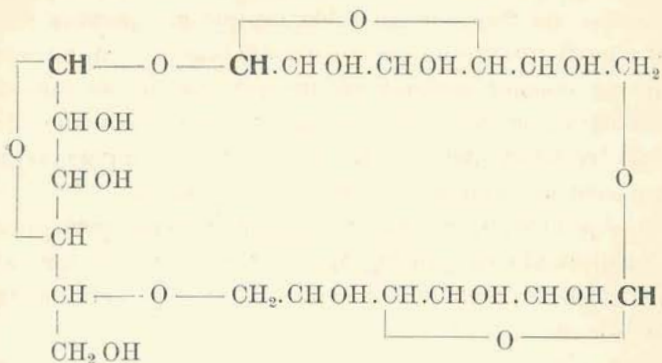
En general el procedimiento seguido para metilar compuestos de esta naturaleza, es usar en primer término el sulfato de metilo como agente de metilación, y cuando ésta ha adelantado lo suficiente como para hacer soluble en disolventes orgánicos el compuesto formado, completar la substitución por medio del ioduro de metilo y el óxido de plata. En el caso del almidón se puede determinar claramente que estos dos reactivos actúan de una manera diferente, debido a la preferencia que tiene la reacción del óxido de plata para un grupo oxhidrilo particular. La metilación puede ser detenida cuando el dimetil almidón es el único producto obtenido ( $\text{OCH}_3 = 32\%$ ), pero variando el método el contenido en metoxilo puede ser gradualmente aumentado hasta llegar al  $37\%$ . Debe señalarse que esto no representa un máximo absoluto sino que representa un estado en el cual toda nueva metilación se hace muy difícil. El valor más bajo en metoxilo corresponde, como se ha señalado, a un dimetilalmidón, y no se puede obtener ningún dato cierto desde el punto de vista de la estructura del mismo almidón, por hidrólisis de ese compuesto. Por otra parte, el contenido en metoxilo más alto, corresponde a un anhidrotriscárido en el cual tres grupos metilos se han unido a una molécula de glucosa estando los cuatros grupos restantes unidos a las otras dos moléculas. El mismo resultado ha sido hallado constantemente en diferentes preparaciones y el análisis ha confirmado todos los datos obtenidos. La hidrólisis del almidón metilado ha demostrado que eso no es una simple coincidencia. Los azúcares así obtenidos fueron aislados bajo la forma de metilglucósidos, y separados por destilación en el vacío. Dos productos fueron obtenidos de esta manera; uno era un trimetil metilglucósido, y el otro un dimetil metilglucósido. Es interesante el hecho que esos productos se formaron de acuerdo a la relación molecular de 1:2. Al aislar los respectivos azúcares de los glucósidos, se llegó a la conclusión inesperada por

completo que la 2:3:6 trimetil glucosa se obtenía del trimetil metil glucósido. Como se ve por un simple estudio de la fórmula X, se debe llegar a la conclusión de que en el almidón una de las glucosas que lo componen se encuentra unida a las otras en una forma completamente semejante a lo que ocurre en la celulosa, en la celobiosa y en la lactosa, pero no en la maltosa. Combinando estos resultados debe llegarse a la conclusión que la molécula de almidón contiene un minimum de tres moléculas de glucosa, unidas en tal forma que un par reproduce el modo de unión de la maltosa, y otro el modo de unión de la celulosa. Los resultados indicados están señalados en forma sumaria en el esquema siguiente, que indica las condiciones que deben satisfacerse, al proponer una fórmula para el almidón, y que son llenadas por cualquiera de las cuatro fórmulas propuestas.

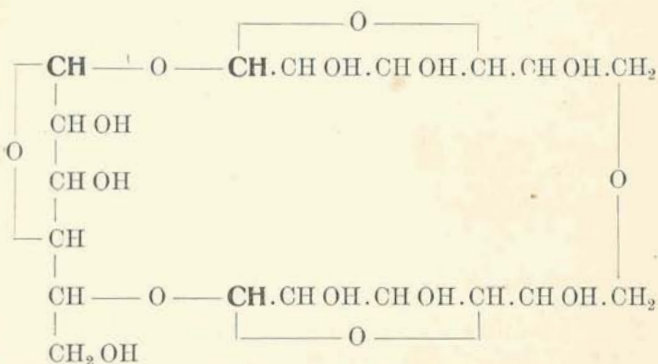
almidón	{	maltosa. . . . .	{ 2:3:5:6-tetrametil glucosa . . . . . 1 mol.
			{ 2:3:5-trimetil glucosa . . . . . 1 mol.
		alm. metilado.	{ 2:3:6-trimetil glucosa . . . . . 1 mol.
			{ dimetil glucosa . . . . . 2 mol.



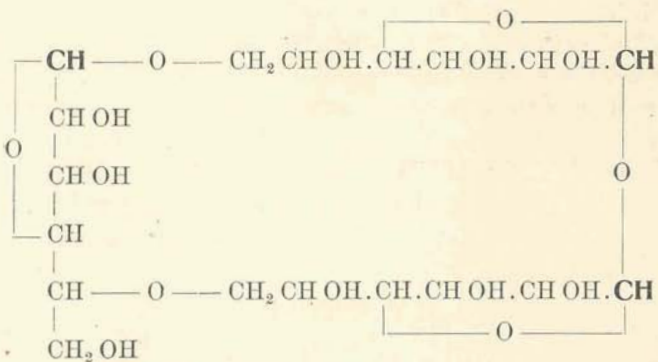




xix



xx



xxi

(Lo impreso en negrita representa los grupos reductores potenciales).

Revisando la cuatro fórmulas anteriores, se ve inmediatamente que no hay una reacción tal que nos permita decidir entre ellas, pero se diferencian profundamente en un hecho. Se puede obtener maltosa por un solo camino de cualquiera de las fórmulas XIX, XX y XXI y por dos caminos de la fórmula restante, que se preferirá por el momento hasta la terminación del trabajo que se está efectuando.

Las objeciones que se han presentado contra esta fórmula, se han discutido en otro lugar, y por otra parte el hecho que el glicógeno dé resultados similares es un fuerte argumento en su favor.

*(Continuara).*

---



## SECCION APUNTES

Dr. Antonio Sassi

# AGUAS INDUSTRIALES

## SU PURIFICACIÓN

(Conclusión)

Se hace necesario pues, practicar esas correcciones fuera de las calderas; lo que se consigue hoy día mediante aparatos muy sencillos, siguiendo procedimientos químicos o físicos.

El agregado de los reactivos indicados, en dosis perfectamente calculadas a fin de que las aguas se libren de sus sales nocivas, debe hacerse también en condiciones especiales de rapidez, seguridad y economía en todo sentido.

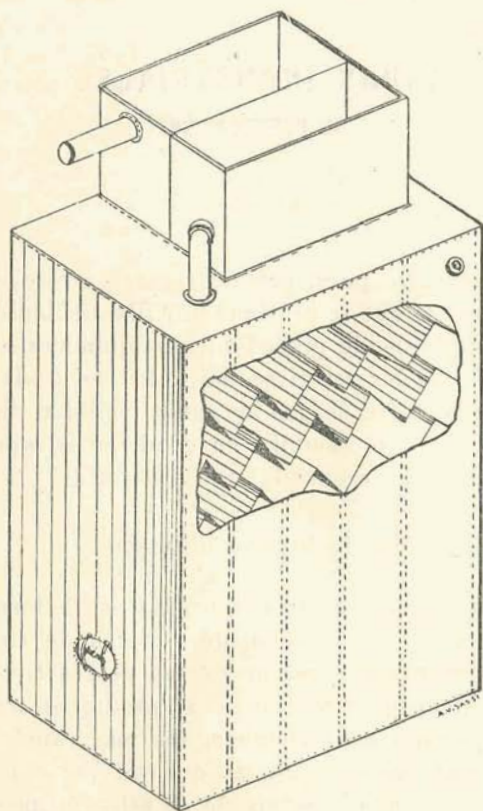
### PROCEDIMIENTOS QUIMICOS

De acuerdo con las modernas teorías sobre formación de precipitados y muy especialmente con las de Guldberg y Waage, se aconseja agregar un exceso de reactivo a fin de que las reacciones que tienen lugar se produzcan más rápidamente y la precipitación completa, sea más rápida también. Pero este procedimiento químico que tal vez sea el mejor, como otros que se han preconizado en estos últimos años, no convienen generalmente por cuanto incorporan al agua un exceso de sales solubles; y es por esto que los fabricantes de aparatos depuradores de agua se han definido únicamente por los métodos físicos.

### PROCEDIMIENTOS FISICOS

1. *Purificación por multiplicación de las superficies de decantación.* — Si se disminuye la altura de la napa de agua encima del lecho en donde ha de posar el precipitado o sedimento, la

caída será tanto más rápida cuanto menor sea aquella altura. De manera pues, que si en el interior de un depósito o aparato de decantación se dispone de una serie de lechos planos o curvos, entre los cuales pueda circular el agua con su reac-



### DEPURACION POR AUMENTO DE SUPERFICIE DE DECANTACION

Fig. 2.

tivo, la formación del precipitado y su decantación será tanto más rápida cuanto mayor sea el número de aquellos planos.

Los gránulos del precipitado formado alcanzarían a los pocos milímetros su velocidad de caída límite y de aquí que la velocidad de decantación para un aparato determinado sea



proporcional al número de las superficies que cortan la altura total de la caída.

2. *Utilizando la atracción de las masas.* — La velocidad de un cuerpo en el agua es proporcional a su masa: luego si los gránulos de precipitado naciente son finos, estos caerán lentamente. Pero si en el mismo instante de la precipitación se

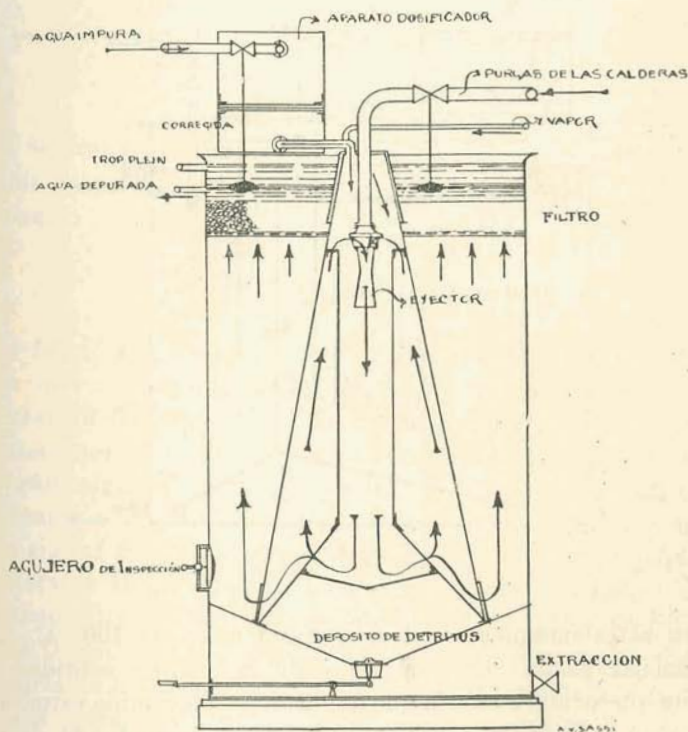


Fig. 3.

vierten en su seno productos de una precipitación anterior cuyos gránulos sean más grandes, estos atraerán a los de reciente formación que son más pequeños, constituyendo núcleos de un tamaño mayor y que precipitarán más rápidamente.

En la práctica se realiza esta operación, inyectando aire a través del líquido con su reactivo de tal manera que los pro-

ductos de la precipitación se proyecten continuamente en el seno del líquido mismo; y mediante este sencillo procedimiento se consigue activar de un modo notable la decantación de los productos precipitados.

Dejaremos de lado los métodos térmicos, que para favorecer la reacción y acelerar la formación del precipitado, recu-

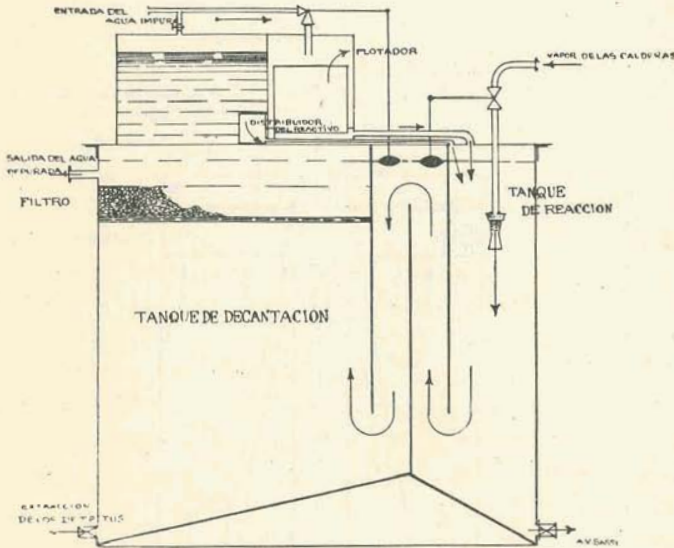


Fig. 3 bis.

rran al calentamiento del agua hasta cerca de  $100^{\circ}$  C., por ocasionar gastos considerables dado la enorme cantidad de agua que siempre habría que depurar. — En cambio estudiaremos un método moderno de depuración llamado de disolución, — nos referimos al filtro de permutita.

#### PERMUTITA

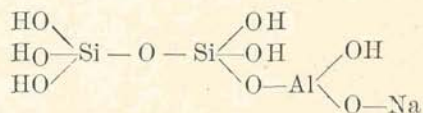
En la actualidad puede decirse que los inconvenientes que presentan muchos sistemas se han subsanado en gran parte mediante el uso de los filtros a permutita.

Llámase así a un producto sintético obtenido por Gans que a semejanza de ciertas zeolitas naturales permuta con suma

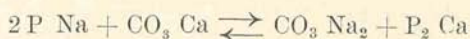


facilidad el átomo de metal contenido en su molécula. Así por ejemplo con sales de Ca o Mg se sustituye el Na de su molécula, el que a su vez, por tratamiento con ClNa pone libertad nuevamente el metal alcalino terroso que había incorporado.

A esta clase de cuerpos se le asigna la estructura siguiente:



Si indicamos con P el radical ácido, el proceso de intercambio que se produce, podríamos explicarlo de la manera siguiente:



La fabricación de estos productos complejos como los aparatos que se emplean hoy día, esté a cargo exclusivo de la *Permutit Gesellschaft*, de Berlín, la que estudia y proyecta instalaciones de depuración mediante este novísimo sistema.

Según algunas patentes, puede prepararse “permutita” por fusión o por vía húmeda, pero generalmente se la obtiene como sigue: Se funden mezcladas 3 partes de caolín, 6 partes de cuarzo y 12 partes de carbonato de sodio, obteniéndose un producto vítreo de la composición siguiente:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 12  $\text{SiO}_2$ , 10  $\text{Na}_2\text{O}$  que una vez pulverizado se trata por agua. Esta extraería de la masa los silicatos alcalinos, hidratando la masa fundida y transformándola en un complejo zeolítico <sup>(1)</sup> constituido así:

Si O <sub>2</sub>	. . . . .	%	46.—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	. . . . .	»	22.—
Na <sub>2</sub> O	. . . . .	»	13.6
H <sub>2</sub> O	. . . . .	»	18.4

(1) Las zeolitas son silicatos hidratados de aluminio junto con algún alcali ó tierra alcalina. Se observan con frecuencia en cavidades de antiguas rocas volcánicas ó de lavas modernas. Analcita; Natrolita; Estilbita; Chavazita; etc.

Las Permutitas del comercio tienen esa composición. Presentan un aspecto vítreo, son granuladas, porosas y de color amarillento.

*Aparatos empleados.* — Como la operación no requiere más que unos lavajes y filtración, a través de la napa de permutita, los aparatos que se emplean son muy sencillos. Constan de un cilindro de hierro en el que se coloca la permutita, haciendo llegar por la parte superior el agua que se desea corregir, retirándola después de la filtración por la parte inferior completamente dulce.

Cuando la permutita esté agotada, es decir, cuando el compuesto sódico se haya transformado en cálcico o magnésico, se deberá proceder a su revivificación, lo que se hace muy fácilmente haciéndole circular una solución de cloruro de sodio.

Operando de esa manera, se ve claramente que la capacidad de un filtro a permutita, o mejor dicho, su rapidez de filtración, dependerá exclusivamente del espesor de la capa filtrante y de la velocidad del agua; en un todo de acuerdo con la cantidad de sales de calcio y magnesio que contenga.

De manera pues, que cada filtro tendrá sus características y no podrá emplearse para cualquier clase de aguas, sino para aguas de composición parecida y, aún así, a menudo habría que modificar el espesor de la capa de permutita y la velocidad del agua a tratar.

La figura 4 muestra una sección de un filtro a permutita, en el que  $F$  y  $F'$  son sus fondos agujereados. En el de abajo  $F$ , se dispone una capa de arena  $A$  de 10 cm. de espesor, y cuyos gránulos son 5 a 7 mm. de grueso y arriba de esta se coloca otra  $A'$  de 20 cm. de espesor, cuyos gránulos son de 2 a 3 cm.

Sobre el fondo superior  $F'$  se coloca una capa  $M$  de 10 cm. de mármol en trozos de 5 a 7 mm. de grueso, y arriba de esta, otra de igual espesor  $M'$  pero de gránulos más pequeños, es decir, de 2 a 3 milímetros.

Así preparado el filtro se hace pasar de abajo hacia arriba, una corriente de agua para lavarlo convenientemente. Enseguida se coloca un estrato de permutita de 90 centímetros de espesor, cuyos gránulos no sean mayores de 0,5 a 2 milímetros de grueso; disponiendo lo más fino en la parte



inferior. Esta capa ha de lavarse también, lo que se hace lentamente y bajo una presión equivalente a 10-15 metros por hora.

Una vez que el agua de lavaje sale limpia, recién podrá decirse que el filtro está en condiciones de funcionamiento. Entonces, lleno aún del agua de lavaje, se hace pasar el agua que se desea depurar, haciéndola entrar por la parte superior;

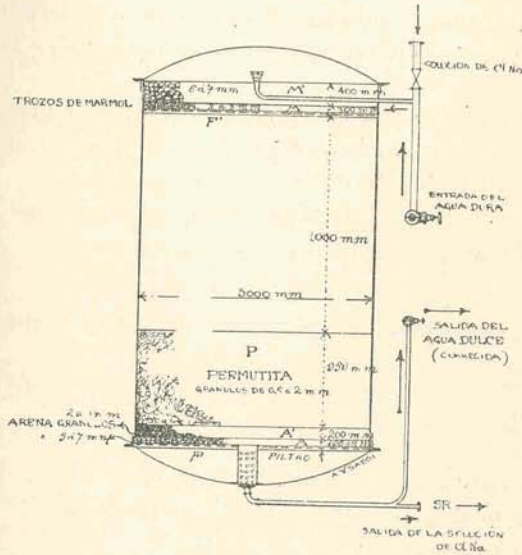


Fig. 4.

la que después de haber cruzado las capas filtrantes y el estrato de permutita saldría por abajo, completamente dulce.

El rendimiento, sería de unos 60 m.<sup>3</sup> de agua por hora, con 16 horas de vida más o menos; al cabo de este tiempo, si el agua al salir presentara cierta dureza, indicaría que el filtro está agotado y que debe procederse a su regeneración.

La regeneración se efectúa haciendo pasar a través del filtro, de arriba hacia abajo, una solución clara de CINA (exenta de Ca y Mg) y regulando la velocidad de entrada de manera que pasen 9000 litros en 6 a 7 horas. — La solución de CINA que se emplea es al 7,5 % más o menos. — Al cabo de aquel tiempo se hará pasar durante 5 a 10 minutos una corriente de

agua común y cuando se haya comprobado que el agua sale sin presentar “dureza” alguna, recién estará el filtro nuevamente en condiciones de funcionamiento. El lavaje del filtro no demoraría más de minutos pero, siempre sería conveniente que la velocidad del agua no superara a la de filtración.

*Observaciones: a).* — Cada treinta días más o menos se aconseja hacer un lavaje con agua común, pero de abajo hacia arriba, y durante 10 minutos a fin de eliminar del filtro ciertas impurezas que pudiesen haberse acumulado sobre los estratos filtrantes.

*b).* — Para el buen funcionamiento de esta clase de filtro es completamente necesario que el agua sea limpia y neutra y que no contenga fierro.

*c).* — Caracteres de un agua, antes y después del tratamiento a través de permutita.

antes de la filtración	después de la filtración
Limpida	Limpida
Incolora	Incolora
Inodora	Inodora
Sedimento . . . . . mínimo	Sedimento . . . . . mínimo
Dureza total . . . . . 4° (A)	Dureza . . . . . 0°
Dureza temporaria . 3°,6	Cal . . . . . ausencia
Cal . . . . . 36,4	Magnesia . . . . . ausencia
Magnesia . . . . . 2,6	Alcalinidad . . . . . % 0,072
Alcalinidad . . . . . 0,032%	en Na (OH)
en Na (OH)	

*Costo de la depuración.* — Para un agua cuya composición sea más o menos parecida a la que acabamos de citar, ocurre un gasto de 750 gramos de cloruro de sodio por metro cúbico de agua, a parte del valor de las instalaciones, etc.

*Otras permutitas.* — Para la eliminación del Fe y del Mn de las aguas, y particularmente cuando los contuviesen en modo abundante, se harían filtrar previamente clarificadas sobre



mangano permutita, que se obtiene de la permutita sódica por tratamiento con una sal de manganeso. La mangano-permutita tratada después con permanganato de potasio, se oxida; el manganeso, se transforma en óxido, el que sumamente dividido es un enérgico oxidante frente a las sales de manganeso contenidas en el agua a depurar. Cuando el poder oxidante de esta permutita se encuentre atenuado, se la regeneraría haciéndole pasar una solución de permanganato potásico al 1-2 %.

También se han aconsejado permutitas a base de níquel, etcétera, pero resultaron más bien catalizadores que otra cosa, y, se cree, que fueron adoptadas como tales en la hidrogenación de aceites animales y vegetales.

#### EL AGUA EN LA INDUSTRIA

1. *Jabonería.* — Las aguas que contienen un exceso de sales de calcio y magnesio, ocasionan un gasto excesivo de lejías alcalinas. Las soluciones cáusticas, de soda o de potasio, reaccionando con las sales calcio, precipitan el  $\text{CO}^3 \text{Ca}$  insoluble: que si no tiene más influencia que de entorpecer el proceso de la saponificación, disminuye el rendimiento de una lejía determinada.

Las aguas duras, pueden emplearse sin embargo en la operación llamada del *relargage*, operación que reposa en la insolubilidad del jabón frente a las soluciones de sal marina o de soda o potasa, fuertemente concentradas.

Las lejías no deben prepararse con aguas cargadas de  $\text{ClNa}$ ,  $\text{SO}_4 \text{Na}_2$ ,  $\text{SO}_4 \text{K}_2$  o de  $\text{Mg}$  porque conducirían salas perjudiciales al empastado de jabón.

En caso de tener que utilizarse aguas cargadas de materias orgánicas o minerales en suspensión, se aconseja filtrarlas a través de un simple filtro de arena.

2. *Lavaderos.* — Las aguas duras o selenitosas son perjudiciales al lavado de ropas y tejidos, debiéndose necesariamente corregir; de otra manera, se tiene una pérdida excesiva de jabón, por formación de productos inactivos e insolubles con las sales calcáreas y magnésicas que aquellas contienen.

Cada grado hidrométrico ocasiona una pérdida de 0,1 gramo de jabón por litro (1).

En la industria jabonera suelen emplearse aguas hasta con 15 y 18 Grados, que no ocasionan mayores pérdidas; pero deben desecharse cuando tengan arriba de 22.

La corrección se efectúa mediante la adición de carbonato de sodio en proporción conveniente como para obtener un buen blanqueo.

El aumento del grado hidrotimétrico de un agua, se traduce siempre en un gasto excesivo de carbonato de sodio, de jabón y agua lavandina (2).

3. *Curtiembre.* — Durante el descarnado de las pieles no deben emplearse aguas calcáreas, debido a que la formación de carbonato de calcio en el tejido dérmico entorpecería la absorción del tanino y mancharía el cuero. Durante el curtido darían lugar a la formación de tanatos de cal, los que al oxidarse darían lugar a productos secundarios del ácido tanoxílico y tanomelánico, que según Büchner, le imprimirían al cuero un color marrón rojizo que lo depreciaría.

En casos de aguas semejantes, se aconseja la depuración, lo que se lleva a cabo con soluciones a 20° Bé. de ácido clorhídrico, en la proporción de 20 gramos de esta solución, por cada Grado hidrométrico y por metro cúbico de agua.

Las aguas que contengan materias grasas y fierro, deben desecharse en absoluto; aunque las primeras, podrían puri-

(1) El cuadro siguiente nos dará una idea de la pérdida de jabón que se tiene al usarse distintas aguas.

	Por mil litros de agua	0 gramos
agua destilada.....		
» de de-hielo.....	250	»
» de lluvia.....	350	»
» corriente (ciudad de B. Aires) ..	500	»
» de pozo » » »	550	»
» » » » »	1150	»
» » » (ciudad de Avellaneda)	1650	»
» » fuente (Prov. de Córdoba)	2000	»

(2) Llámase agua lavandina á una disolución de hipoclorito y de cloruro de sodio (agua de Labarraque).



ficarse sometiéndolas a la acción de disolventes adecuados o a una separación por decantación.

Hoy día se corrigen las aguas empleadas en esta industria, tratándolas previamente con ciertos productos como el alumbre, cloruro de bario, silicato de sodio, ácido oxálico, etc.; y prácticamente resulta el agregado siguiente por cada grado hidrotimétrico y por metro cúbico de agua:

			20 gramos de alumbre
ó 16	»	»	cloruro de bario
ó 10	»	»	silicato de sodio.

La precipitación puede llevarse a cabo en cualquiera de los aparatos ya indicados.

4. *En la preparación de extractos tánicos.* — La calidad de un extracto tánico, depende a menudo de las sustancias contenidas en el agua empleada como disolvente; y puede decirse que el grado de bondad está en relación directa con el cuidado que se tuvo de la influencia de las sales del agua sobre los principios activos de los extractos.

La extracción de ciertas materias colorantes se efectúa bajo presión y con agua caliente a una temperatura de 60 a 70° C. También se opera en frío, como en la difusión; pero, en cualquier caso, las aguas calcáreas son impropias para la extracción de la mayoría de las materias tintóreas y principios tanantes. En esta clase de industria tiene una gran importancia no solamente la consideración de las sales de calcio sino también las sales solubles, desde que hay que evaporar grandes masas de agua y de aquí que su concentración podría dar lugar a cargas nocivas y excesivos gastos.

En cuanto a las sales de calcio y de magnesio se refiere, formarían durante la concentración, combinaciones variables con el ácido tánico, y su complejidad sería cada vez más intensa a medida que el grado hidrotimétrico del agua fuera mayor.

Las aguas ferruginosas son también perjudiciales, pues dan lugar a la formación de coloraciones o precipitados férricos,

azules-verdosos o verde-claros que causarían no solamente una pérdida de materia colorante, sino también darían lugar a ciertos enturbiamientos durante el curtido de las pieles.

Luego pues, si las aguas no son puras y libres de microorganismos, originarán descomposiciones y fermentaciones diversas en la preparación de extractos en frío; y cuando se trabaje en caliente, ocasionarán una pérdida sensible en la extracción de las materias tanantes. Entonces deben desecharse y emplear el agua destilada con preferencia a cualquier otra. En caso de tener aguas muy puras o corregidas podrán emplearse, pero cuidadosamente.

5. *En las fábricas de papel.* — En esta industria el agua juega un rol importantísimo. Deben ser incoloras y exentas de materias minerales u orgánicas en suspensión; para esto deben ser previamente filtradas a través de capas de arena, coque y guijarros; o a través de filtros con negro animal, etc.

Las aguas cargadas con sales de hierro son impropias para la fabricación del papel.

Bajo la influencia del álcali el fierro se precipita imprimiendo una coloración marrón a la pasta.

Las sales en solución, carbonatos, sulfatos y cloruros de calcio — que no tienen mayor influencia en la fabricación de la pasta — ocasionan serios trastornos durante el encolado. Lo mismo sucedería con las aguas alcalinas o ácidas, que tienen acción sobre los resinatos de sodio, empleados en aquella operación.

En ciertos casos se aconseja agregar un exceso de alumbre para la cantidad de resina empleada en la fabricación del resinato de sodio, y esto se hace con el fin de que se formen sales dobles, o combinaciones con las sales de calcio, de hierro, de magnesio, etc., contenidas en el agua.

Ciertos fabricantes ingleses agregan algo más de un kilo de alumbre por kilo de resina empleada. Como se ve, en la industria del papel no solamente se requiere agua en abundante cantidad, sino que se exige que sean puras o fácilmente corregibles.

En caso de ser calcáreas o magnesianas deben corregirse irremediamente, pero esta operación resultaría tan onero-



sa que sería suficiente para hacer fracasar esa industria en muy poco tiempo.

6. *En la fabricación del azúcar.*—En ciertas fases de esta importante industria, se exige también que el agua sea lo más pura posible. Los filtros con negro animal deben lavarse con agua completamente pura; no así, durante la revivificación del carbón de huesos, puesto que han de emplearse aguas ácidas o alcalinas según sean lo procedimientos que se empleen.

La mayor parte de las sales solubles del agua deben ser consideradas como causantes de cierta pérdida de azúcar en la melaza, y las aguas cargadas con sulfato de calcio y sulfato de magnesio a igual que los cloruros alcalinos causan perjuicios en todas las operaciones, inclusive en el utilaje del ingenio y además las aguas madres retendrían fuertes cantidades de azúcar. Es por esto que se prefieren las aguas de condensación a las corregidas y que los aparatos concentradores sean considerados como verdaderos productores de la mejor agua que necesita emplear este género de industria.

7. *En la fabricación del hielo.*—Aquí se exige siempre agua de una pureza irreprochable; de lo contrario se atentaría a la salud pública.

Las aguas deberán ser potables bajo el punto de vista de su composición química, como de su examen bacteriológico, y toda corrección sería siempre perjudicial, desde que introduciría una cierta cantidad de sales solubles; no existe país medianamente civilizado donde sus Consejos o Departamentos de Higiene no hayan legislado sobre la calidad del agua que ha de emplearse en la fabricación del hielo destinado para la alimentación humana. Se sabe perfectamente bien que si no se destruyen por otros medios especiales los microbios contenidos en el agua, el hielo obtenido, se convierte en un verdadero vehículo de toda clase de gérmenes patógenos, inclusive el del tifus, que apenas si sería influenciado.

El frío no actúa por igual en todos los microorganismos. Algunos quedan atenuados considerablemente y otros desaparecen al congelarse el agua, como sucede con el *B. prodigiosus* y el *proteus vulgaris*.

El hielo natural proveniente de estanques y arroyos contiene los microorganismos típicos del agua que los ha engendrado, aunque no pasaría lo mismo con el que se obtuviera después de sucesivas congelaciones.

De una manera general, entonces, puede decirse que la fabricación del hielo y su conservación deben estar controladas y las reglamentaciones que rigen para esto son entre otras las siguientes: 1<sup>a</sup>.—Intervención por parte de las autoridades municipales, de las fábricas, depósitos y reparticiones de hielo prohibiéndoles poner en circulación un producto que no haya sido fabricado con agua potable y que no haya sido examinada rigurosamente por un químico-bacteriólogo; 2<sup>a</sup>.—Se le impone a los fabricantes, depositarios, etc., la obligación de conservarlo en locales especiales y separado de otras substancias, sean comestibles o no, etc.

Las aguas destinadas a la obtención de aguas gaseosas han de ser lo más puras posibles y además no han de contener sales de plomo.

8. *En la fabricación de cerveza y otras bebidas fermentadas*—La naturaleza del agua que aquí se emplee influirá de una manera notbale en la calidad de esas bebidas; antes de implantar una cervecería es menester tener un conocimiento amplio de la composición del agua que ha de emplearse en la fabricación. Su pureza no basta para obtener una buena cerveza y muchísimo menos serviría un agua destilada. En cambio, si tuviera los caracteres de un agua potable, se le podrían añadir ciertas substancias que son completamente necesarias para fabricar buena cerveza.

Las aguas deberán ser incoloras, inodoras, insípidas y desprovistas en absoluto de substancias orgánicas.

La naturaleza de sus constituyentes minerales tiene una gran importancia, así, por ejemplo, las aguas de Burton (Inglaterra) con 111 gramos de sulfato de calcio por hectólitro, han dado lugar a que se instalen allí un sinnúmero de cervecerías cuyos productos han adquirido un renombre universal. En las fábricas del tipo Ale (inglés) se emplean aguas selenitósas y esto ha dado lugar a que otras fábricas con aguas demasiado dulces, las corrigieran agregándoles una cierta cantidad de sulfato de calcio.



Empero, no en todas las fases de esta fabricación se requiere la misma calidad de agua, y es por eso que se hace necesario conocer en todo momento la composición de la que se va a emplear para un uso determinado. Así, por ejemplo, durante la germinación de la cebada debe emplearse un agua bien aereada para evitar la producción de mohos, que de otra manera matarían al grano por asfixia. El oxígeno entonces, favorecería ésta operación evitando el agregado de substancias conservadoras y antisépticas, como ser: ácido salicílico, ácido bórico, etc. En cambio, las aguas « duras » evitarían en vano la emanación de malos olores.

*Influencia de las substancias orgánicas.* — De un modo general, las aguas que contienen materias orgánicas son perjudiciales por cuanto suelen ser asiento de toda clase de fermentaciones, las que provocarían precipitaciones fraccionadas que ni después de varias filtraciones podrían servir en esta industria.

Las aguas que contienen arriba de 50 miligramos de materia orgánica por litro deben desecharse, y en caso de tener que emplearse por falta de otras de mejor calidad tendrán que purificarse ya tratándolas con permanganato de potasio o hirviéndolas previamente, etc.

El permanganato de calcio, en dosis de un gramo por hectólitros daría excelentes resultados, produciendo óxido de calcio y óxido de manganeso. También suele emplearse cloruro de cal eliminando el exceso mediante un sulfito alcalino.

Las materias orgánicas también pueden separarse por filtración, y, con un filtro de arena de un metro de espesor puede eliminarse además gran parte de los gérmenes que pudiese contener.

En Munich, donde las cervezas son muy apreciadas, se emplean aguas que no están del todo desprovistas de materia orgánica; conteniendo algunas hasta 4 miligramos por litro.

Lo que debe evitarse es la presencia de nitritos y de nitratos, toda vez que impiden la conservación de la cerveza; las aguas amoniacales deben evitarse en absoluto.

*Influencia de las sales.* — Las aguas mineralizadas y que contengan nitratos, además de obstaculizar la fermentación de los mostos, le imprimen a éstos un sabor acre y una intensa coloración rojiza; provocando además, cierta atenuación <sup>(1)</sup> y disminuyendo el extracto de la cerveza.

Los cloruros también le son perjudiciales y el 2 % de cloruro de sodio y cloruro de magnesio entorpecería la germinación. Las aguas saladas disuelven mayor cantidad de sustancias orgánicas: por cuanto el cloruro de sodio ejercería cierta acción disolvente sobre las albúminas.

En cambio, una proporción de cloruros inferior a un milígramo por ciento exaltaría el sabor dulce de una creveza.

El cloruro de calcio vuelve grasosa a la levadura, impidiendo su separación del mosto, aunque favorecería por otra parte, la formación de malto-dextrinas, por cuyo motivo se emplea en las fábricas de cervezas que desean obtener tipos dextrinados y de poca atenuación.

Las sales de hierro y sus óxidos, en pequenísimas cantidades no resultan del todo perjudiciales; pero ya en mayores proporciones le imprimen a la cerveza un color verde. La corrección de estas clases de agua resultaría muy fácil, pues no habría más que aerearlas en cascadas y luego filtrarlas a través de guijarros más o menos finos.

El carbonato de calcio y el de magnesio no molestan mayormente y las aguas con cierta « dureza » de 10 a 25 grados franceses, o sean, 0,10 a 0,25 gramos por litro, de alcalinoterosos, resultan excelentes.

Durante la obtención de la malta si se emplearan aguas muy dulces se perderían demasiado sustancias útiles; en cambio, empleándose agua dura se retardaría la germinación de la cebada y se disminuiría su título en ácido fosfórico y ázoe. Sin embargo, a pesar de estas indicaciones en contrario, las aguas de una « dureza » media, lejos de ser nocivas son las que aportan el mayor número de ventajas. Ellas ejercen una acción menos disolvente que las aguas dulces; regularizan la

(1) Atenuación es la proporción por ciento de la materia seca (extracto) del mosto que desaparece durante la fermentación por transformación del azúcar en alcohol, anhídrido carbónico, etc, es decir:

$$\text{Atenuación} = \frac{\text{Extracto del mosto} - \text{extracto de la cerveza}}{\text{Extracto del mosto}} \times 100$$



fermentación; facilitan la clarificación y favorecen la conservación de la cerveza.

Las aguas que contengan un exceso de sulfato de calcio o de magnesio, rebajan el extracto sin modificar mayormente su proporción en fosfatos y en materias nitrogenadas, aunque casi siempre le dan a la cerveza un gusto ligeramente acre. No obstante estas indicaciones se han de preferir siempre a las aguas dulces.

Las aguas selenitosas tienen, sin embargo, algunas ventajas sobre las que contienen carbonato de calcio; debido a que el sulfato de calcio al no neutralizar la acidez de los mostos precipita con más dificultad que el carbonato de calcio y facilitaría la precipitación de las materias albuminoideas durante la cocción: es por eso, que la cerveza se conservaría mejor.

En cuanto a la precipitación del ácido fosfórico es idéntica a la que se obtendría si se hubiese empleado agua destilada.

Luego, pues, y de un modo general podemos decir que la cerveza obtenida con agua selenitosa es superior y presenta indiscutibles ventajas sobre las que se fabrican con otra clase de agua: Su gusto es mejor, se conserva bien, tiene menor cantidad de resinas disueltas y su coloración será menos intensa. De aquí que sea mundial la reputación de algunas cervezas fabricadas en Inglaterra y en Alemania, aunque hoy día, muchísimas fábricas de otros países se valen de medios químicos enyesando sus agua artificialmente.

Las aguas selenitosas se emplean con preferencia en la fabricación de tipos pálidos (Pale Ale) mientras que las aguas dulces se dejarían para producir tipos coloreados como ser, el Stout y el Porter.

El cuadro siguiente, debido a Stauffer indica la « dureza » debida a calcio y magnesio, de las aguas que emplean algunas fábricas alemanas de cerveza conocidas universalmente.

	Por 100.000 partes de agua
Cervecería Pilsen . . . . .	9.60
» Göggwigen . . . . .	19.81
» Mayencia . . . . .	19.81
» Lión II (Munich) . . . . .	20.44
» Real I (Munich) . . . . .	23.36
» Spaten (Munich) . . . . .	38.78
» Ausbach I . . . . .	94.64

SECCION BIBLIOGRAFICA

---

Dr. Enrique Herrero Ducloux

BIBLIOGRAFIA QUIMICA

---

**Historia de la Química.**

Ninguna rama de la química está tan descuidada y olvidada, entre nosotros, como la historia de la ciencia. Si pretendiésemos explicar esta situación de desigualdad ingrata e injusta, es probable que pudiésemos llegar hasta disculpar a los responsables sin un gran esfuerzo, pero no por eso dejaríamos de lamentar el hecho.

Sin duda es en una disciplina científica el coronamiento de la obra de quiénes la cultivan, el estudio de su evolución y el establecimiento de sus relaciones superficiales y profundas, accesorias y fundamentales, con las demás ciencias, construyendo así su historia y su filosofía; y alguién podría decir que nuestros químicos no han alcanzado esa elevada cima de los conocimientos, posición que les permitiría dominar el conjunto y edificar con capital propio la síntesis ansiada, a la manera de esos arquitectos que levantan los templos de las altas cumbres; pero, si bien es cierto que ninguno de los químicos indígenas ha realizado una obra original comparable a la de los maestros europeos que han construido por su esfuerzo la historia de la química, después de haber enriquecido la ciencia misma con descubrimientos e invenciones, con leyes y teorías, esto no sería obstáculo para que les fuese permitido penetrar con esos grandes hombres como seguros guías en el campo de la filosofía de la química, seguros de encontrar alguna es-



piga olvidada o menospreciada en las vastas eras, adquiriendo al mismo tiempo una erudición de buena ley que se reflejaría en sus enseñanzas, en sus búsquedas de laboratorio, aun en surcos muy alejados de la historia y en el criterio general que da al hombre de laboratorio un carácter propio, distintivo, peculiar, como el estilo entre los hombres de letras.

No pretendemos que, como en Marburg o Berlín, nuestras universidades posean cursos especiales consagrados a la historia de la química, pero es indispensable que los profesores de las diferentes especialidades dediquen hábilmente un tiempo al desarrollo de ese aspecto de la parte de la ciencia que cultivan; y más interesante y útil resultaría, que se trocase en realidad una aspiración formulada dentro de la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias de Buenos Aires, con carácter extraoficial, de tomar a su cargo varios profesores la tarea de explicar en un ciclo de conferencias la historia de la química, eligiendo cada cual los capítulos de su predilección, con arreglo a un programa armónico trazado de antemano.

Ya poseemos antecedentes de este feliz proyecto y sus resultados constituirían para quien los estudiase el mejor estímulo, si temiese fracasar en su empresa: corresponde sin duda el primer lugar al curso de *Correlación de Ciencias naturales* que, como asignatura de las planes de estudios del doctorado en química y en ciencias naturales, dictó en 1905 en la Facultad de Ciencias el mismo que estas líneas escribe — con tanta ingenuidad como audacia que explican sino justifican su juventud y nobles intenciones al acometer la obra — mereciendo no olvidarse las conferencias dadas el mismo año, en la Facultad de Filosofía y Letras, por el doctor Julio J. Gatti, con el título de *historia filosófica de la química* y las disertaciones eruditas y originales del malogrado químico doctor Luciano P. J. Palet de igual carácter muchos años después.

Al reunir aquí la bibliografía de esta parte de las ciencias químicas, me mueve el deseo de despertar la curiosidad de nuestros alumnos químicos que, absortos en la contemplación del árbol milenario y estudiando sus ramas, sus hojas y sus flores, no piensan o no se preocupan de la raigambre oscura,

soporte indispensable del edificio aéreo, madre nutricia, origen y depósito de substancia, clave única de esa mágica potencia constructiva, creadora, sintética de las hojas.

Es verdad indestructible, más aún, axiomática, que el presente no se explica sino por el pasado y es lógico pensar que solo podemos influir sobre el mañana conociendo los caminos trazados ya en el tiempo por los hombres de ciencia que nos han precedido y han triunfado.

BERTHELOT (M.) 1885. — Les origines de l'Alchimie. Paris, 1 vol. XX + 445 p.

BERTHELOT (M.) 1889. — Introduction a l'étude de la Chimie des anciens et du moyen âge. Paris, 1 vol. XII + 330 p.

BERTHELOT (M.) 1899. — La synthèse de l'alcool. Paris, R. G. S., X, 258 y siguientes.

BERTHELOT (M.) 1900. — L'oeuvre de Lavoisier. Paris, R. G. S., XI, 920 y siguientes.  
(Ver Olivier (L.), R. G. S., I, 372).

BERTHELOT (M.) 1900. — L'évolution générale des méthodes dans les industries chimiques. Paris, R. G. S., XI, 869-875.

BERTHELOT (M.) 1900. — Science et philosophie. Paris, 1 vol. XV + 492 p.

BLOCH (L.) 1908. — Les origines de la théorie de l'Ether. Paris, R. G. S., XIX, 886 y siguientes.

CABANÉS (Docteur) y NASS (Dr. L.) 1900. — Poisons et sortilèges. Paris, 3 volúmenes.

CABANÉS (Docteur) y BARRAUD (Dr. J.) 1900. — Remèdes de bonnes femmes. Paris, 1 volumen.

CABANÉS (Docteur) 1898. — Les morts mystérieuses de l'histoire. Paris, 3 volúmenes.  
1898. — Les indiscrétions de l'histoire (*passim*). Paris, 6 volúmenes.

CARRACIDO (José R.) 1924. — Cuestiones bioquímicas y farmacéuticas (Libro jubilar). Madrid, 1 vol., 527 p.

COLSON (A.) 1910. — Contribution a l'étude (historique) de la chimie. Paris, 1 vol., 130 p.

CHEMICAL SOCIETY OF LONDON 1904-1923. — Annual Reports on the Progress of Chemistry.



- (Traducción francesa con el título «Les progrès de la Chimie»).
- CHEVREUL (M. E.) 1878. — Resumé d'une Histoire de la Matière depuis les philosophes grecs jusqu' à Lavoisier inclusive-ment. Paris, 1 vol. in 4°. 437 p.
- DAVY (Humphry) 1878. — Ultimos dias de un filósofo. Madrid, 1 vol. XXIX + 331 p.
- DE LAUNAY (L.) 1908. — Les telchines et les origines de la métallurgie antique. Paris, R. G. S., XIX, 449-455.
- DUMAS (J. B.) 1878. — Leçons sur la philosophie chimique [Recogidas por Bineau]. Paris, 1 vol. 470 p.
- GAUDIN (Marc Antoine) 1878. — L'Architecture du monde des atomes. Paris, 1 vol. XIX + 231 p.
- GUARESCHI (Icilio) 1890-1909. — (Contribuciones valiosas diversas a la historia de la Quimica). Turin, Suplementos de la «Nuova Enciclopedia di Chimica, *passim*».
- HALLOPEAU (L. A.) 1918. — Les théories des Alchimistes et leur influence sur les premières doctrines chimiques. Paris, R. G. S., XXIX, nº 8.
- HERRERO DUCLOUX (Enrique) 1905. — Conferencia preliminar del curso de Correlación de ciencias naturales. Buenos Aires, «Revista de Derecho, Historia y Letras», VIII, 185-261. (Del curso dictado en la Facultad de Ciencias).
- HERRERO DUCLOUX (Enrique) 1912. — Los Estudios Químicos en la República Argentina (1810-1910). Buenos Aires, 1 vol., in. 4º, 431 p.
- HERRERO DUCLOUX (Enrique) 1923. — Evolución de las Ciencias en la República Argentina. III. Las ciencias químicas. Buenos Aires, 1 folleto 77 p.
- JAGNAUX (Raoul) 1891. — Histoire de la Chimie. Paris, 2 vol.: I, III + 728 p.; II, 821 p.
- KLING (Andrè) 1913-1921. — Les progrès de la Chimie [Edición francesa de los «Annual Reports on the Progress of Chemistry» de la «Chemical Society» de Londres, cuyo tomo IX corresponde al año 1912]. Paris, 3 volúmenes.
- LEFEVRE (Andrè) 1879. — La Philosophie. Paris, 1 vol., 608 p.

- LUANCO (José Ramón) 1888. — (Estudios sobre la alquimia y la metalurgia en España).
- MEYER (E. von) 1915. — Storia della Chimica [Con notas de Giua (M.), Giua Lollini (C.) y prefacio de I. Guareschi]. Milán, 1 vol. XXVIII + 721 p.
- MURÚA Y VALERDI (Agustín) 1910. — La química y la farmacia entre los egipcios. Barcelona, «Memorias de la Real Academia», VIII, nº 10.
- MURÚA Y VALERDI (Agustín) 1912. — Compendio de Historia de la Química y de la Farmacia. Madrid, 1 vol. 201 p.
- MURÚA Y VALERDI (Agustín) 1914. — Sobre la importancia y moderna necesidad de la historia de la ciencia y como caso particular de la Historia de la química y ramas derivadas. Barcelona, «Memorias de la Real Academia», XI, nº 11.
- MURÚA Y VALERDI (Agustín) 1916. — Los signos químicos, su génesis y transformación a través de la historia y examen de los más frecuentemente usados. Barcelona, «Memorias de la Real Academia», XII, nº 15.
- NERNST (W.), LANDOLT (H.), GRAEBE (C.) Y WITT (O. N.) 1908. — Les progrès les plus importants des disciplines chimiques dans les quarante dernières années. Paris, R. G. S., XIX, 180-190; 236-243.
- OSTWALD (Wilhelm) 1909. — L'évolution d'une Science. La chimie (Der Werdegang einer Wissenschaft). Paris, 1 vol. 363 p.
- OSTWALD (Wilhelm) 1912. — L'évolution de l'Electrochimie. Paris, 1 vol. 266 p.
- OSTWALD (Wilhelm) 1913. — Les grands hommes (Grosse Männer), (Traducción del alemán). Paris, 1 vol. 328 p.
- PALET (L. P. J.) 1917. — Cuatro grandes figuras del pasado de la Química (Scheele, Priestley, Lavoisier y Berzelius). Buenos Aires, A. S. C. A., LXXXIV, 63, 69, 169 y 245.
- PALET (L. P. J.) 1918. — A propósito de la muerte de Scheele. Buenos Aires, A. S. Q., VII, 44-46.
- PIÑERÚA Y ALVAREZ (Eugenio) 1893. — Los grandes problemas de la Química contemporánea y de la filosofía natural. Santiago, 1 vol. 291 p.
- RAKUSIN (A.) 1923. — Eirini d'Eyrinys. Un précurseur de Pasteur



- tombé dans l'oubli. (Chem. Zeit., XLVI, 1069). Paris, B. S. Ch. F., XXXIV, 919.
- RAMSAY (William) 1912. — Ancient and modern views regarding the chemical elements. Washington, Smithsonian Report, 183-197.
- SMITH (Alexander) 1912. — An early physical-chemist. W. M. Lomonosoff. Washington, 1 folleto.
- THORPE (Edward) 1909. — History of Chemistry. Londres, 2 vol.: 1º, VIII + 148 p; 2º, VII + 152 p.
- TITO LUCRECIO CARO 1897. — De la naturaleza de las cosas. Madrid, 1 vol. XXIX + 348 p.  
(Traducción de José Marchena).
- VALLERY-RADOT (René) 1900. — La vie de Pasteur. Paris, 1 vol. 692 p.
- VARIOS 1890-1924. — Biografías y necrologías de químicos ilustres. Paris, Revue Générale des Sciences, *passim*.
- VARIOS 1904-1923. — Biografías de los laureados con el premio Nobel y conferencias de los mismos. Estocolmo, Les Prix Nobel, desde 1901 a 1922.

*Premios Nobel.*

Año	Física	Química
1901	W. K. Röntgen —	J. H. van't Hoff
1902	H. A. Lorentz-P. Zeeman —	H. E. Fischer
1903	{ H. Becquerel — P. Curie-M. Sklodowska —	S. A. Arrhenius
1904	Lord Rayleigh	W. Ramsay
1905	Ph. Lenard	A. von Baeyer
1906	J. J. Thomson	H. Moissan
1907	A. A. Michelson	E. Buchner
1908	G. Lippmann	E. Rutherford
1909	G. Marconi-F. Braun	W. Ostwald
1910	J. D. van der Waals	M. Wallach
1911	W. Wien	M. Sklodowska Curie
1912	G. Dalén	P. Sabatier-V. Grignard
1913	H. K. Onnes	A. Werner
1914	M. von Laue	F. W. Richards
1915	W. H. Bragg-W. L. Bragg	R. M. Willstätter

Año	Fisica	Quimica
1916	—	—
1917	C. G. Barkla	—
1918	M. Planck	F. Haber
1919	J. Stark	—
1920	Ch. E. Guillaume	W. Nernst
1921	A. Einstein	F. Soddy
1922	N. Bohr	F. W. Aston.
1923	R. A. Millikan	F. Pregl

WURTZ (Ad.) 1868. — Histoire des doctrines chimiques depuis Lavoisier jusqu'à nos jours. Paris, Dictionnaire de Chimie, I, 94 p.

---



## SECCION VARIAS

---

### LA QUIMICA EN LA EXPOSICION DEL IMPERIO BRITANICO <sup>(1)</sup>

WEMBLEY, 1924

---

La exposición de Wembley fué inaugurada el mes de abril próximo pasado, después de haber estado en preparación varios años.

Nos ocuparemos en la presente nota de la exposición en el Palacio de la Industria que forma un grandioso edificio y dentro del cual ocupa el lugar más importante la exposición de la Industria Química, que cubre un área de cerca de 3.500 m<sup>2</sup>.

Además de los varios *stands* que pertenecen a diversas firmas industriales hay un departamento especial el cual ha sido preparado por profesores universitarios, oficinas del Gobierno y laboratorios de investigación, de índole puramente científica.

#### EXPOSICIÓN DE QUÍMICA CIENTÍFICA.

Esta parte de la exposición, si bien no cubre una importante area es en extremo interesante.

Se pueden ver, por ejemplo, cosas tan variadas como una pieza de la seda presentada a la Reina Victoria, seda teñida con el primer colorante sintético, la malveína de Perkin, una muestra de la cual también se expone junto con muestras de productos sintéticos obtenidos en las más recientes investigaciones.

Sobresalen entre lo expuesto en la sección de Química Orgánica, las materias colorantes, entre las que se encuentran los nuevos colorantes para la seda al acetato, y colorantes obtenidos directamente del carbón usando el ácido melítico como intermediario.

Otras secciones ilustran la química de los colorantes de las flores, de los terpenes, alcaloides, de la hulla y productos afines, resi-

(1) Extractado de *Industrial Engineering Chemistry*, XVI, 649, 1924.

nas sintéticas, productos de la madera y esteres celulósicos de diferentes fuentes.

La exposición de química inorgánica, deja entrever la tendencia existente en la Gran Bretaña a olvidar las investigaciones en esta rama. Se exponen métodos que demuestran la microestructura de las aleaciones, muestras de metales destilados, que demuestran su estructura cristalina, una colección de pigmentos y muestras que ilustran la corrosión del hierro. Hay aparatos para determinar velocidad de reacción y para investigaciones fotoquímicas.

La industria de los productos químicos comerciales está representada por un modelo de fábrica de ácido sulfúrico de cámaras con un sistema adjunto para la oxidación del amoníaco.

La colección más interesante de la sección de físico-química es sin duda la que trata de la estructura cristalina, la cual comprende un colección completa de modelos que indican los resultados alcanzados en las investigaciones realizadas por medio del análisis con los rayos X.

Tiene mucha importancia la sección de química coloidal y la exposición de aparatos para investigaciones físico-químicas.

Los laboratorios oficiales de investigación han contribuido con un gran número de muestras en la sección de explosivos. Se exhibe un aparato poco divulgado, que se designa con el nombre de «barra de tensión de Hopkinson». Consiste en una larga varilla de acero, en un extremo de la cual se puede hacer detonar una carga explosiva; en el otro extremo hay, en estrecho contacto, un pequeño proyectil de acero. Cuando la explosión se produce, la onda de compresión se propaga a través de la barra con la velocidad del sonido en el acero y el proyectil es arrojado sobre un péndulo balístico, de modo que se pueda medir su energía. Este aparato, de construcción tan simple, tiene muchas posibles aplicaciones en la investigación de explosivos.

Entre otros aparatos de interés científico, se incluyen algunos de los usados por el profesor James Dewar.

Hay un lugar dedicado a la química agrícola, arreglado por la Estación Experimental de Rothamsted; una colección de hidratos de carbono y glucósidos, hemicelulosas, muestras de aceites hidrogenados, sustancias aisladas del algodón, ceras y aceite de castor.



EXPOSICIÓN COMERCIAL.

Esta sección es demasiado vasta para pretender describirle siquiera sea someramente.

Algunos *stands* merecen atención especial, no sólo por la cantidad y calidad de los productos expuestos, sino también en virtud de la disposición adoptada.

Brunner, Mond & Co. tienen, al frente de su *stand* una construcción que ilustra simbólicamente, la importancia de los álcalis en la industria. Está constituida por una serie de columnas dispuestas en círculo, cada una de las cuales lleva el nombre de un álcali industrial. Un pilar central representa las « cenizas de sosa ». Sobre cada pilar hay una esfera que representa la Tierra.

Dentro de las varias secciones del *stand* de esta firma se hallan muestras de prácticamente todas las clases de álcalis, e indicaciones sobre su empleo para usos industriales.

Burroughs, Wellcome & Co. han expuesto sus productos químicos en forma maravillosa. En un salón central penden del techo gran cantidad de artísticos vasos con tabletas de las distintas substancias, que a primera vista semejan un enorme candelabro antiguo.

La casa Boots Pure Drug Co. además de sus propios artículos muestra diagramáticamente la producción de aspirina, sacarina, cloromina, acravina, proflavina, lactato de benzamina, hiosciamina y atropina.

La British Dyestuff Corporation expone un imponente surtido de productos y materiales teñidos.

El químico algo cansado por el estudio de la química sintética, ha de sentirse atraído por el *stand* de Peter Spence & Co. firma que se especializa en la manufactura de sales de aluminio, titanio y similares. La exhibición de cristales de alumbre es algo inverosímil: En una gran caja se encuentra lo que probablemente constituye el más hermoso cristal del mundo. Hay también un cristal sorprendente: se trata de un cristal de alumbre que pesa alrededor de 100 Kg. y ha llevado cerca de cuatro años en crecer

OTRAS SECCIONES.

También le interesan al químico, otras secciones, como la de productos alimenticios, cerámica y cristales, la de caucho y sucedáneos. Es de notar especialmente, desde un punto de vista científico, la presentación por el *Food Investigation Board*, de pequeñas instalaciones empleadas en la investigación del almacenamiento de manzanas y pescados, cuyos resultados son dignos de notar.

Es digna de verse la exposición de seda artificial de Courtaulds, Ltd.

La sección de instrumental científico no corresponde en importancia con la de otras secciones.

El químico industrial encontrará en el Palacio de la Ingeniería muchas cosas que atraerán su atención. Además del utilaje ordinario de fábricas, se exponen bombas, centrifugas, plantas de refrigeración y pequeños equipos de aplicaciones especiales en la industria química.

En el *stand* de W. S. Fraser & Co, hay una exposición completa de autoclaves, calderas y equipos especiales para la industria química.

En resumen, la exposición, en su conjunto, deja al visitante con una impresión de estupor. Es demasiado vasta para que su visita constituya un placer, y, en beneficio de aquellos que esperan visitarla es necesario advertir que es completamente imposible recorrerla, en un día. Aquellos que solamente deseen observar las secciones de ingeniería y química deberán dedicar por lo menos dos o tres días a la inspección.