ESTERILIZACIÓN GERMICIDA
EN FARMACIA

DISCURSO

PRESENTADO POR

D. PEDRO GENOVÉ SOLER

PARA ASPIRAR AL GRADO DE

DOCTOR
EN LA FACULTAD DE FARMACIA

BARCELONA
IMP. DE HENRICH Y C.ª, EN COMANDITA
1898

ESTERILIZACIÓN GERMICIDA EN FARMACIA

ESTERILIZACIÓN GERMICIDA
EN FARMACIA

DISCURSO

PRESENTADO POR

D. PEDRO GENOVÉ SOLER

PARA ASPIRAR AL GRADO DE

DOCTOR
EN LA FACULTAD DE FARMACIA

BARCELONA
IMP. DE HENRICH Y C.ª, EN COMANDITA
1898

Ilmo. Sr.:

Un deber reglamentario, me impone en este solemne momento la obligación de someter á vuestra ilustrada censura un pobre trabajo mío para aspirar al título honroso de Doctor en la Facultad de Farmacia.

Buscando temas que fueran de utilidad para la práctica profesional, he tropezado con dos escollos que procuraré salvar de la mejor manera posible. Es el primero, mi escasa experiencia en esta clase de trabajos, y el segundo, la falta de madurez para desarrollarlos con la lucidez que el acto requiere. Las ciencias físico-químicas y las naturales me prestan un inmenso caudal de temas para salir del paso; y poniendo á contribución mi entendimiento para el

que sea más util y más práctico para el ejercicio de mi próxima vida profesional, me he decidido á tratar de la *esterilización* bajo el punto de vista teórico y práctico, que es lo que priva actualmente, tanto en la clínica del Médico ilustrado, como en el gabinete operatorio del cirujano conspicuo.

La esterilización practicada con todos los cuidados debidos, es un medio eficaz y ejecutivo que facilita la tarea que se impone el Profesor en el difícil arte de curar. No basta que el Farmacéutico sea cuidadoso y concienzudo en su Oficina procurándose cuantos productos sean necesarios para atender las indicaciones del Médico; no basta tampoco que esté seguro de la pureza y de la exactitud en el libramiento del medicamento; es menester también que no quede rezagado en la marcha progresiva de los adelantos científicos, y principalmente de aquellos que son del completo dominio de la Medicina. La Microbiología hoy, ha invadido este terreno con descubrimientos portentosos, que lo mismo señalan derroteros luminosos que conducen al Médico al esclarecimiento de las perturbaciones patógenas complexas en la vida del enfermo, como le facilita medios para atajar el paso á los innumerables micro-organismos que comprometen la existencia del paciente.

La casualidad, quizás, hizo ver al hombre la propiedad que tienen los cuerpos transparentes limitados por superficies convexas de aumentar aparentemente el tamaño de los objetos; la Física, estudiando el

paso de la luz á través de substancias de diverso poder refringente, nos explicó la causa de dicho fenómeno, y de deducción en deducción llegó á formar el microscopio compuesto, maravilloso instrumento que ha hecho adelantar á las ciencias á pasos agigantados. Él ha rasgado el velo que encubría la existencia de un mundo para nosotros hasta ahora invisible por su infinita pequeñez, y es tal su importancia que todas las ciencias lo han usado para sus investigaciones. Pero la que ha sacado resultados más provechosos ha sido la Historia natural, pues por él nos ha demostrado que algunas calizas que están agrupadas en imponentes masas, están sólo formadas por la reunión de conchas de foraminíferos; también nos descubrió la célula, y luego perfeccionado dicho instrumento nos reveló la existencia de unos seres tan pequeños como numerosos que se encuentran en todas partes, hasta flotando en el medio ambiente. Muchos sabios se han dedicado con ahinco al estudio de dichos seres, y de las observaciones por ellos deducidas nació la Microbiología, ciencia de trascendental importancia en la época presente.

La Microbiología fué la que nos enseñó el papel que desempeñan estos gérmenes en todas las sustancias orgánicas en general, y nos puso de manifiesto que eran causa de toda suerte de putrefacciones y fermentaciones. Cuando se hizo aplicación de esta ciencia en Medicina, se descubrieron horizontes completamente nuevos para ella; estudióse su vida, se

les clasificó, y se vió que algunos de ellos producen unas secreciones en las que se encuentran diastasas, materias colorantes y unos productos de acción altamente venenosa llamados toxinas, que ejercen su acción principalmente sobre las células nerviosas y los centros vaso-motores, determinando la fiebre. En resumen, se vió que los micro-organismos, por sus secreciones, producen una intoxicación en el organismo. Entonces todos los esfuerzos de la Medicina se dirigieron á estudiar los medios para destruir ó hacer inertes á tan terribles enemigos; lo cual dió por resultado que aparecieran esa multitud de medicamentos conocidos con el nombre de antisépticos que hoy dominan en el campo de la Terapéutica.

Dada la facilidad de reproducción de dichos gérmenes y su fácil transporte por medio de instrumentos, sustancias alimenticias, algunos medicamentos y principalmente del agua empleada como disolvente de los mismos, nació la necesidad, hoy indiscutible, de aislarlos y destruirlos, y esto es lo que esencialmente se propone la operación conocida con el nombre de *esterilización*. Se comprende, pues, el deber que tiene el Farmacéutico de entregar los medicamentos completamente asépticos, para no hacer inútil la acción benéfica de los mismos, y evitar la introducción en la economía de unos gérmenes que podrían ser fatales y en algunos casos ocasionar la muerte.

Los medios de esterilización que puede procurarse

el Farmacéutico son los que voy á indicar en la presente Memoria.

Siendo muy numerosos los procedimientos que están en uso para practicar la *esterilización*, la dividiremos en física y química, y como nota final daremos algunas ligeras noticias referentes á la reposición de las sustancias esterilizadas, para que se conserven asépticas durante el mayor tiempo posible.

El siguiente cuadro dará una idea de la marcha seguida en esta Memoria para la exposición de los diversos procedimientos aquí indicados.

- ESTERILIZACIÓN
  - FÍSICA....
    - Procedimientos mecánicos ...
      - Filtración .....
        - Por presión.
        - Por aspiración.
    - Procedimientos térmicos .....
      - Calor seco.....
        - Continuo.
        - Intermitente.
      - Calor húmedo.
        - Por la acción de un líquido en ebullición.
        - Por la acción del vapor de agua á presión.
        - Por la acción del vapor de agua sin presión.
      - Destilación ....
  - QUÍMICA.

Conservación de las sustancias esterilizadas.

I

Esterilización física

Es la primera de las dos grandes ramas en que dividimos la esterilización, siendo los medios que empleamos para obtener la asepsia en este grupo, genuinamente físicos. La importancia que hoy día tiene, se deduce solamente al considerar que, para obtener la esterilización perfecta por este procedimiento, no tenemos necesidad de adicionar al cuerpo que esterilizamos ninguna sustancia extraña, como sucede en la esterilización química.

La esterilización física la subdividimos en dos grupos, según sean los procedimientos que empleamos mecánicos ó térmicos.

II

Procedimientos mecánicos

Los medios de esterilización incluídos en este grupo en algún caso los podemos considerar ya como un preliminar, ó como el complemento de una esterilización perfecta; debiendo llamar la atención sobre este punto, por ser dichos procedimientos, cuando se practican aislados, algunas veces poco eficaces. Es sabido que antes de someter un cuerpo á la esterilización, es imprescindible que esté perfectamente limpio, pues con sólo está precaución se reducen de un modo considerable los focos de infección que en él pueden existir; es, pues, esta una acción puramente mecánica y preliminar de una esterilización.

Entre las operaciones que más frecuentemente se practican para obtener la asepsia de las sustancias líquidas, está la filtración, que ya sabemos que sólo

obra mecánicamente, pues mediante ella quedan retenidos á través de la sustancia filtrante los microgérmenes que viven en un líquido, estando su eliminación en razón inversa del diámetro de los poros de la materia filtrante.

A Pasteur que, por sus numerosos descubrimientos es una de las primeras figuras en Microbiología, se le ocurrió emplear la filtración como medio de esterilización, usando para ello el yeso; pero tropezó con el inconveniente de ser esta sustancia algo soluble en el agua, y la transformaba en selenitosa siempre que éste era el líquido que se filtraba. Luego se ideó emplear la porcelana deslustrada, sustancia que por ser muy compacta y fácil de limpiar, es la que hoy priva como materia filtrante, construyéndose con dicha materia unas bujías que despojan á las aguas más impuras, de todas las sustancias que tienen en suspensión, así como también de todos los microbios ó gérmenes que pueden contener. Dichas bujías se componen de un tubo de bizcocho de porcelana cerrado en una de sus extremidades, llevando en la otra un disco esmaltado en forma de tetilla con un orificio para la salida del agua, que se facilita por medio de la presión ó por aspiración, construyéndose hoy filtros de ambos sistemas.

Filtración por presión. — Los aparatos que vamos á describir, sólo se emplean para la filtración del agua, por exigir su funcionamiento grandes cantida-

des de líquido. Uno de los que más comúnmente se emplea, es el *Filtro Chamberland, sistema Pasteur (Figura 1)*. Consta simplemente de un tubo metálico de unos 30 mm. de diámetro por 22 cent. de longitud, que en uno de sus extremos está articulado por me-

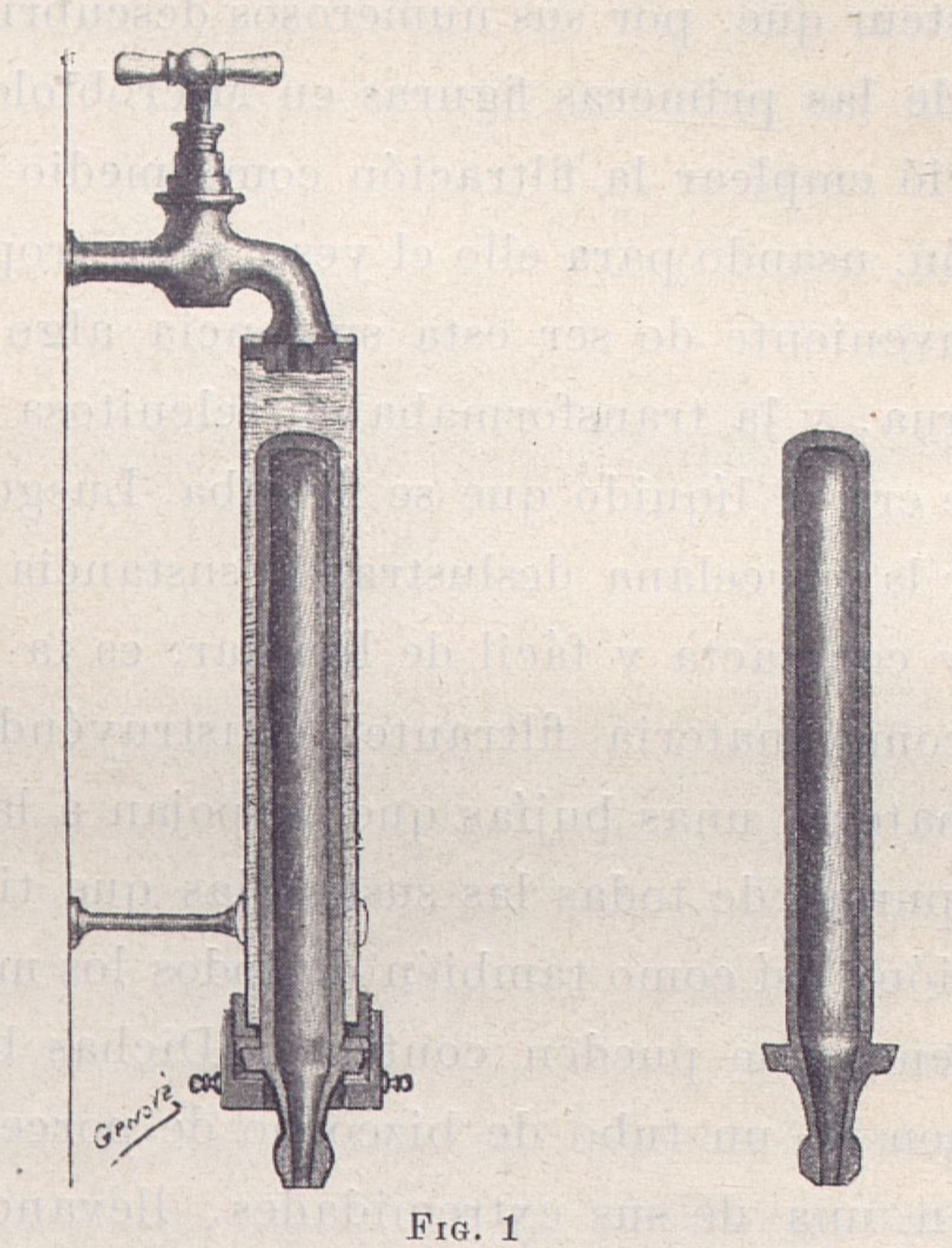

Fig. 1

dio de un tornillo con la espita que suministra el agua; en el interior del tubo va colocada una bujía de porcelana, de modo que su disco ajuste perfectamente con los bordes del tubo mediante una rodaja de caoutchouc que está colocada sobre el disco esmaltado, quedando así herméticamente cerrado el espacio comprendido entre el tubo metálico y la bu-

jía filtrante. Dispuesto así el aparato, se abre la espita ó llave de paso y el agua llena el espacio cerrado que bajo la influencia de la presión filtra poco á poco á través de la porcelana, saliendo al exterior por su extremidad cónica. Este aparato puede dar en 24 horas y á la presión de diez á quince metros, unos veinticinco litros de agua exenta de microbios.

Cuando se necesita mayor cantidad de agua filtrada, en menor tiempo, se usa el mismo aparato poniendo en grupos ó baterías de tres, cinco ó más tubos según el agua que se desea *(Fig. 2)*. En este caso, los tubos filtrantes están sujetos por sus extremos por medio de dos tubos metálicos y horizontales cuyos extremos están cerrados; el superior sirve para recibir el agua que ha de distribuir á los tubos filtrantes, y el inferior está destinado á recibir el agua filtrada á la que se da salida por medio de un pequeño caño. La cantidad de agua que se filtra en este aparato está en razón directa del número de bujías que funcionan, y de la presión del agua que se va á filtrar.

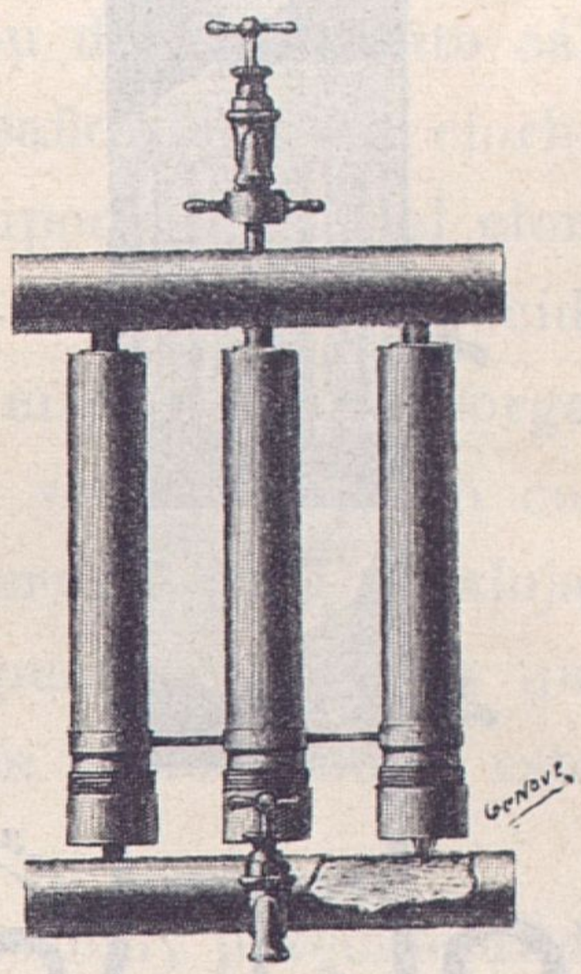

Fig. 2

Filtro sin presión, llamado casero de Chamberland *(Fig. 3)*. — Siempre que no se pueda disponer de

agua con presión, el empleo de los filtros mencionados necesita una instalación relativamente costosa. Para obviar esta dificultad se ha ideado el filtro llamado casero, que está formado por dos recipientes casi iguales y de forma cilíndrica que encajan perfectamente: el superior es de una capacidad de unos cuarenta litros y tiene en su interior las bujías filtrantes, que ordinariamente son diez y nueve, colocadas de manera que el agua que se ha de filtrar bañe toda su superficie externa menos sus extremos ó tetillas, que comunican con el depósito inferior que está destinado á recibir el agua filtrada, á la que se da salida por medio de una espita.

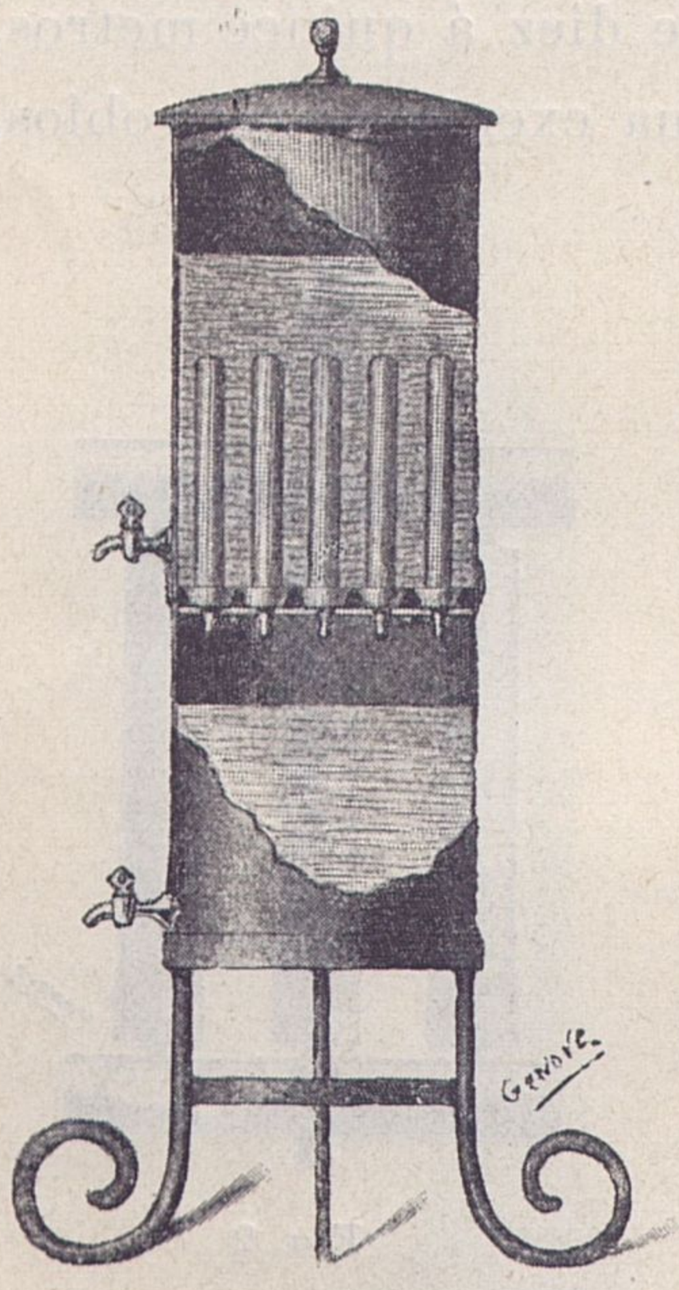

Fig. 3

Las bujías de porcelana, al cabo de algún tiempo llegan á contener gran cantidad de gérmenes entre sus poros, y además muchas partículas sólidas quedan retenidas en su superficie dificultando mucho la filtración; en este caso, se quitan las bujías y se procede á su limpieza, ya sea poniéndolas en agua hirviendo y luego frotarlas con un cepillo fuerte, ya sea calentándolas por medio de un mechero Bunsen para

destruir la sustancia orgánica, ó mejor dentro de un hornillo para asegurar la desaparición de todos los gérmenes ó microbios que hubieran podido penetrar en los poros exteriores de la porcelana.

Con esta precaución las bujías pueden servir indefinidamente.

También se aconseja sumergir las bujías durante quince minutos en una solución de hipoclorito cálcico, y luego se ponen en un baño de ácido clorhídrico diluído. La acción del hipoclorito, y el cloro que se desprende después por el contacto con el ácido clorhídrico, ataca las materias minerales y desorganiza las sustancias orgánicas; se lavan luego con abundante cantidad de agua hervida para desalojar los últimos vestigios de compuestos clorados que puedan retener, y queda la bujía perfectamente esterilizada.

Garrós ha construído un filtro muy parecido al de Chamberland, cuya diferencia esencial consiste en que las bujías, en lugar de ser de porcelana, son de amianto, y tienen la ventaja sobre aquéllas de poderse someter á elevadas temperaturas para su esterilización. Además, siendo su materia mucho más compacta, priva que á su través pase ningún germen.

Filtración por aspiración. — Pueden darse casos en los cuales tengamos necesidad de esterilizar una pequeña cantidad de líquido que, por su composición especial, sólo permita emplear la filtración como

medio esterilizante. Entonces no podremos servirnos de los aparatos anteriormente descritos, sino que habremos de valernos de los filtros por aspiración, que tienen la ventaja de funcionar con una pequeña cantidad de líquido filtrante. La filtración por aspiración se puede practicar del interior al exterior, ó viceversa. En el primer caso nos valdremos del aparato de Kitasato *(Fig. 4)*.

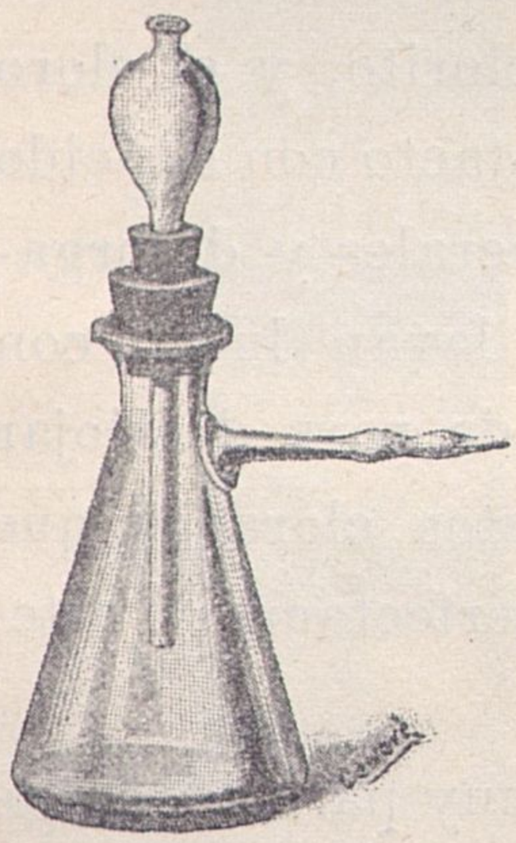

Fig. 4

Consta este aparato de un frasco de Erlenmeyer de paredes gruesas, que tiene un tubo lateral que se pone en comunicación con una trompa aspirante; en el cuello del frasco se ajusta un tapón de caoutchouc que tiene un taladro central, en el que á frotamiento se introduce una bujía de Chamberland abierta por un extremo y que está desprovista de la tetilla esmaltada. En la parte superior del tapón se coloca un embudo de forma esférica con una pequeña tubulura que ajusta en el taladro del tapón procurando que su pico entre en el extremo abierto de la bujía de modo que el embudo comunica con el interior de la bujía.

Colocando el líquido que se ha de filtrar en el embudo, y haciendo el vacío en el matraz de Erlenmeyer, la presión atmosférica obliga al líquido á pasar á través de la bujía, efectuándose la filtración

del interior al exterior. Este aparato tiene el inconveniente de que dificulta mucho la limpieza de la bujía, y además que nunca el tapón aprieta lo suficiente, sucediendo con frecuencia que por efecto de la presión atmosférica, cae la bujía y se rompe junto con el frasco.

En vista de los inconvenientes que tiene este aparato, en los laboratorios se trabaja á menudo con la pipeta de Chamberland *(Fig. 5)* cuya manipulación

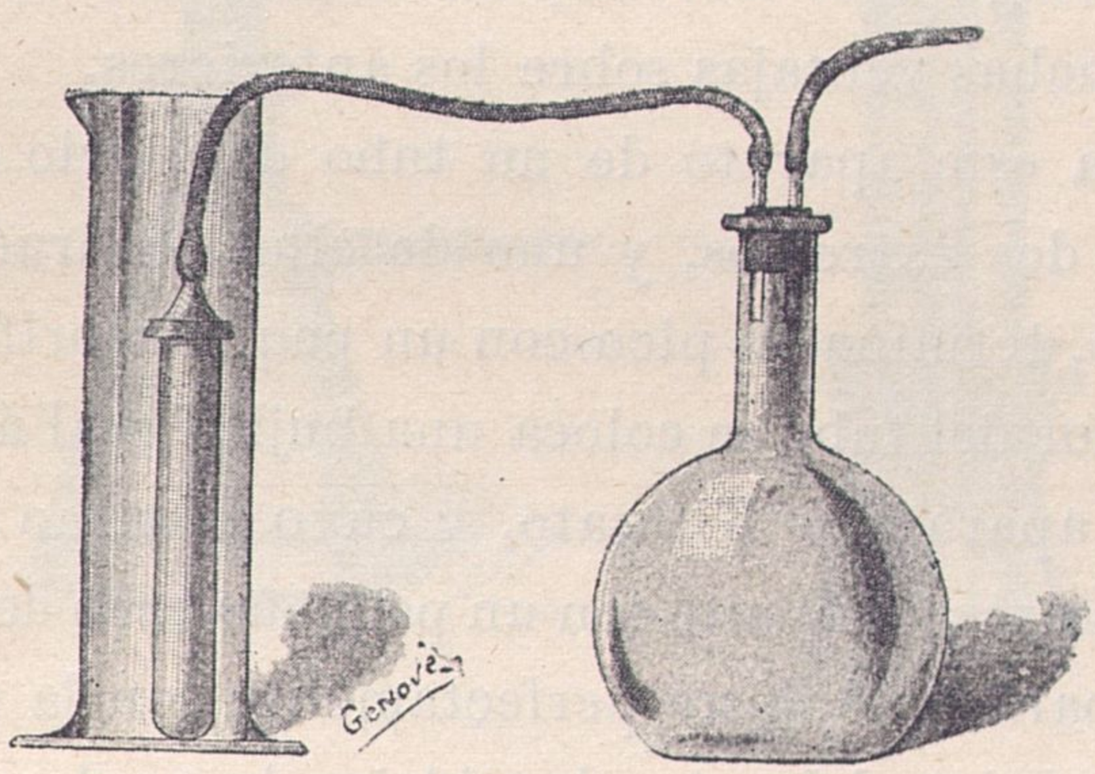

Fig. 5

es más práctica, y que se monta además con relativa facilidad. Se toma una probeta en la cual se pone el líquido que se ha de filtrar, y en su seno se sumerge una bujía de Chamberland, de modo que su tetilla esmaltada esté hacia arriba, la que se articula, por medio de un tubo de caoutchouc, con el frasco receptor, que es de paredes gruesas y que está en comunicación con una trompa aspirante. Funcionando ésta se produce un enrarecimiento, mediante el cual

el líquido penetra en el interior de la bujía, para ir á parar al mencionado frasco recipiente. Cuando la cantidad de líquido que se ha de filtrar es considerable, puede montarse una batería de bujías filtrantes, cada una con su correspondiente probeta y concurriendo todas al mismo frasco receptor, acelerándose de este modo la filtración.

Filtro Ferrán *(Fig. 6)*. — El conocido y reputado microbiólogo Dr. Ferrán, ha ideado un filtro que tiene muchas ventajas sobre los anteriores.

Consta este aparato de un tubo de vidrio abierto por sus dos extremos, y uno de ellos, estirado á la lámpara, termina en pico con un pequeño orificio; en el interior del tubo se coloca una bujía igual á la que lleva el aparato de Kitasato, y cuyo extremo abierto se cubre exteriormente con un pequeño tubo de caoutchouc, para que ajuste perfectamente con la prolongación cónica del tubo de vidrio; lo cual se logra sujetándola para que esté bien centrada, y colocando el extremo del tubo á la acción de la llama de un mechero Bunsen, hasta que el caoutchouc se funda y forme un barniz impermeable. La prolongación cónica de este aparato se introduce en el taladro central de un tapón de caoutchouc que se ajusta al cuello de un frasco de Erlenmeyer destinado á recibir el líquido filtrado.

Para hacer funcionar este filtro, se pone el líquido en el tubo de vidrio y así queda bañando toda la su-

perficie de la bujía, y el frasco receptor se hace comunicar con una trompa aspirante.

En el filtro Ferrán pueden filtrarse hasta cuatro cc. de líquido; y para esto basta poner el tubo de vidrio que recibe el líquido que se ha de filtrar de menor diámetro, con lo cual reducimos mucho el

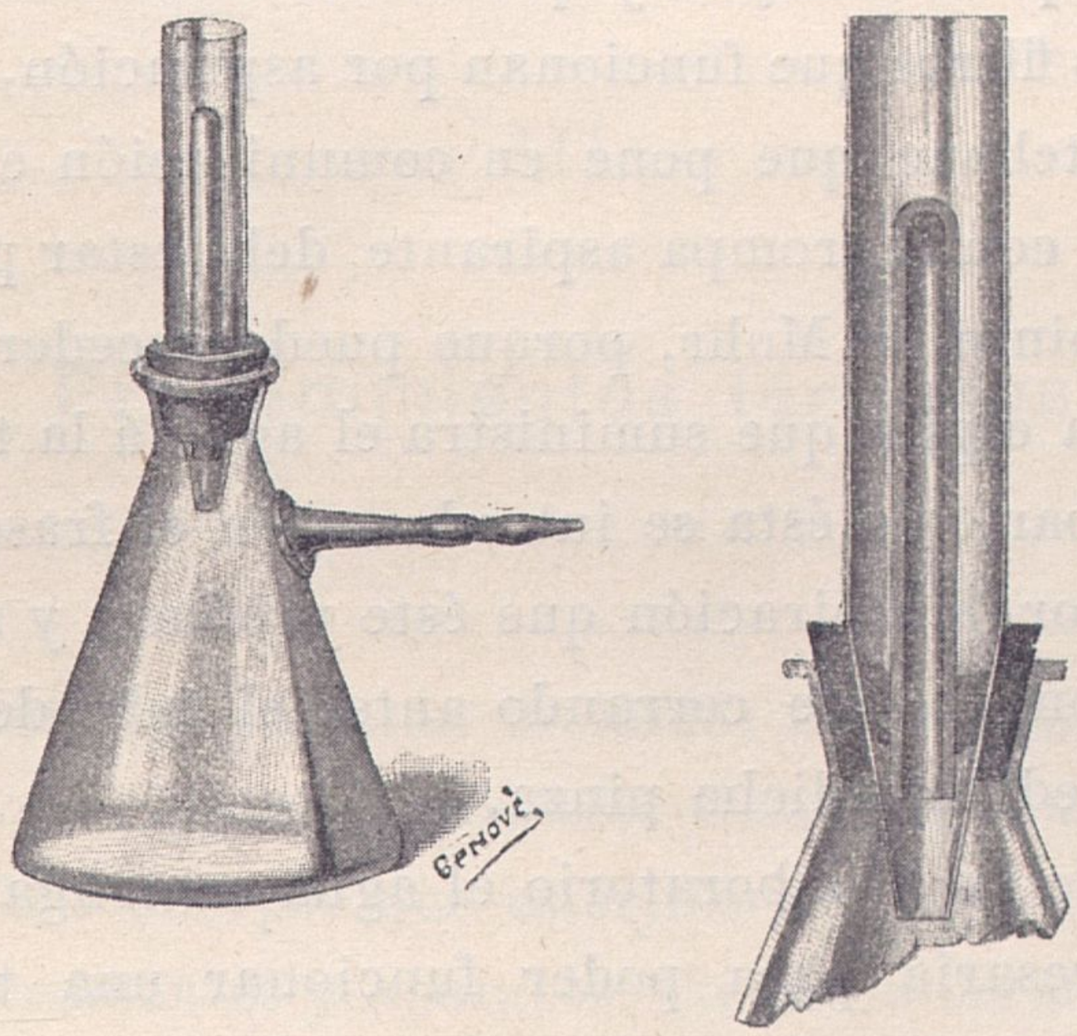

Fig. 6

espacio anular que queda entre la superficie externa de la bujía y la interna del tubo, y conseguimos que una pequeñísima cantidad de líquido alcance en su interior gran altura, bañando por lo tanto gran parte de la bujía. Estas condiciones son muy favorables para efectuar la filtración con suma facilidad. Este aparato, por lo económico que resulta, por la facilidad de su montaje, y sobre todo por ser el que más se presta á filtrar pequeñas cantidades de líquido,

es el que presenta más ventajas en un laboratorio cuando se ha de trabajar en pequeña escala.

Todos los filtros que acabamos de describir, hay que tener la precaución de esterilizarlos antes de que funcionen, para lo cual se someten á la temperatura de 120°, en el horno Pasteur, que es el aparato más práctico para el objeto y que describiremos luego.

En los filtros que funcionan por aspiración, el tubo de caoutchouc que pone en comunicación el frasco receptor con la trompa aspirante, debe estar provisto de una pinza de Mohr, porque puede suceder que al cerrar la espita que suministra el agua á la trompa, alguna parte de ésta se introduzca en el frasco recipiente por la aspiración que éste produce; y se evita este inconveniente cerrando antes el tubo de caoutchouc mediante dicha pinza.

Cuando en el laboratorio el agua no tenga la presión necesaria para poder funcionar una trompa, puede producirse la aspiración mediante una bomba aspirante, ó bien por un frasco aspirador, y en algunos casos hasta podemos producir un enrarecimiento en el frasco receptor, poniendo en él algunas gotas de agua y evaporándolas cuando el aparato esté ya montado, y al enfriarse se produce el enrarecimiento que obliga al líquido á pasar á través del filtro.

III

Procedimientos térmicos

En este grupo están incluídos todos aquellos que hoy empleamos para esterilizar por la acción del calor. Los cuerpos que esterilizamos por este medio son instrumentos y aparatos, así como las sustancias sobre las cuales la temperatura máxima á que ordinariamente se esteriliza, no ejerce acción alguna; y finalmente las que por su consistencia sólida ó semilíquida no pueden ser sometidas á la filtración; debiendo tener en cuenta la naturaleza del cuerpo, la temperatura á que se debe sujetar, y el procedimiento especial que empleamos.

La esterilización por la acción del calor es mucho más eficaz que la filtración, pues así como ésta obra separando los microbios, el calor, á graduación alta, los destruye. No todos los microbios tienen la misma

resistencia á la acción del calor, y aun ésta varía en los de la misma especie según sea la edad, las condiciones en que se han desarrollado, el medio en que viven y el lugar que ocupan en él, como también según sea el medio transmisor, pues á la temperatura de 100° el poder destructor del agua es diez veces mayor que el del aire.

En general, puede decirse que los microbios, en estado adulto, no resisten una temperatura de + 100°..; los gérmenes más resistentes son los esporos, pues se necesita para destruirlos una temperatura de + 110° á + 125°.

Los procedimientos térmicos los dividimos en dos grupos, según que el calor que se aplique sea seco ó húmedo. Cuando el calor es seco, lo subdividimos en dos ramas: continuo ó intermitente.

Esterilización por el calor seco y continuo.—Se emplea principalmente para la esterilización de instrumentos y aparatos, y es entre los procedimientos térmicos el de menor actividad microbicida por la dificultad que tiene la temperatura producida por la calefacción del aire seco de penetrar en el interior de los objetos.

La temperatura que se emplea para esterilizar por este procedimiento, oscila entre + 115 á + 140°, durante un espacio de tiempo que varía entre hora y media y tres horas, debiendo tener en cuenta la materia de que están formados los objetos que esteriliza-

mos, y la naturaleza de los microbios que debemos destruir.

Horno Pasteur *(Fig. 7)*. — Es uno de los aparatos que empleamos para la aplicación del calor seco y continuo. Consta de un cilindro de palastro de dobles paredes, entre las cuales puede circular libremente el aire caliente y salir al exterior por una chimenea lateral. La parte superior de este cilindro está cerrada por una tapa metálica que tiene un orificio al cual se sujeta un termómetro por medio de un tapón taladrado; en el interior, y descansando sobre su fondo abierto, va colocada una cestilla metálica, que sirve para colocar los objetos que se han de esterilizar. Este aparato recibe el calor por un mechero de corona que está en su parte inferior. Si entre los objetos que se esterilizan hay matraces, tubos de ensayo y otros por este estilo, se tapan sus aberturas con un poco de algodón en rama que sirve para indicarnos el término de la esterilización.

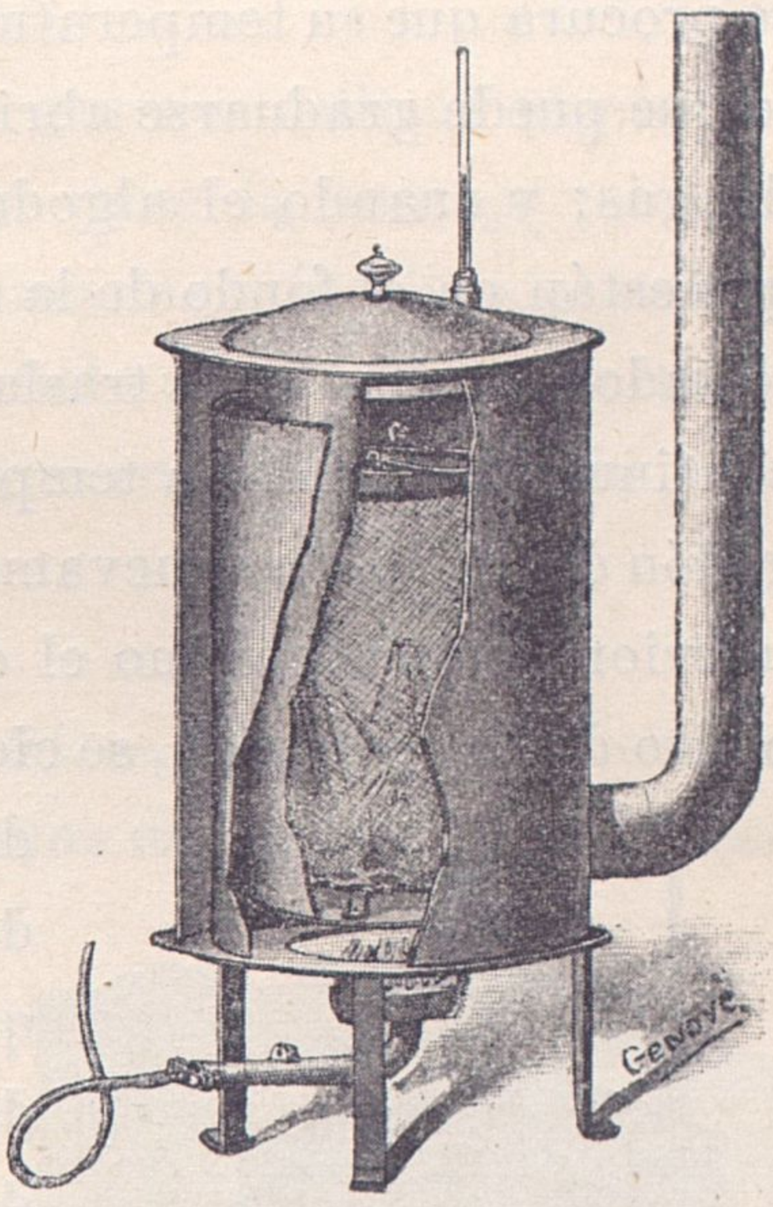

Fig. 7

Colocados ya los objetos esterilizables y dispuesto

el aparato para ponerlo en marcha, antes de abrir la espita del gas se aplica una cerilla encendida sobre el mechero, para evitar que la mezcla del gas con el aire del interior del aparato detonara al acercar la cerilla, y por la sacudida producida en la cestilla se rompieran los objetos de vidrio. Encendido el horno, se procura que su temperatura oscile entre 170° á 180° lo que puede graduarse abriendo ó cerrando la espita del gas; y cuando el algodón que obtura los objetos que están en el fondo de la cestilla, esté ligeramente tostado se quitan para trasladarlos á la parte superior continuando la misma temperatura, hasta que el algodón de los objetos nuevamente colocados en la parte inferior, se tueste como el de los anteriores. En este punto de la operación, se cierra la espita del gas y se dejan los cuerpos esterilizados dentro del horno hasta que tengan la temperatura del ambiente exterior, á fin de evitar que una corriente de aire frío rompa los objetos de vidrio aun calientes.

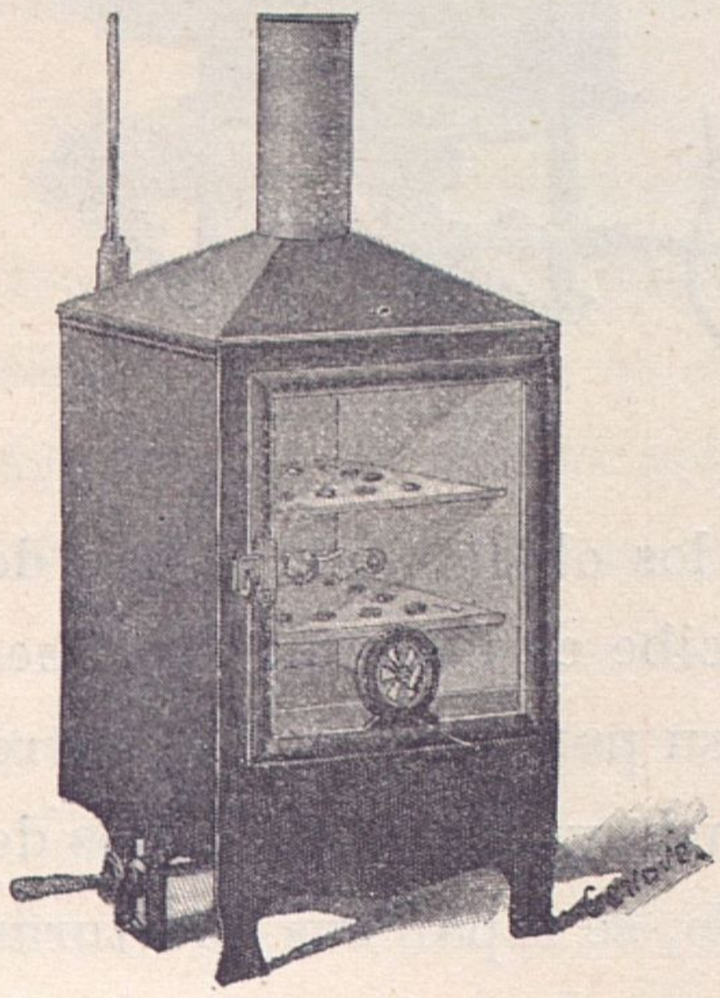

Fig. 8

Estufa Wiesnegg *(Fig. 8)*. — Consiste en una caja de forma cuadrangular, de paredes dobles, cuyo interior está dividido por dos estantes agujereados, siendo su superficie interna de es-

malte de porcelana. Dicha estufa tiene una de sus caras de cristal que permite ver los objetos que hay en el interior. El hornillo es en forma de cruz, y móvil, para que pueda colocarse á diferentes alturas. La chimenea está en la parte superior, y cerca de uno de los ángulos de la estufa va colocado el termómetro.

Este aparato sólo sirve para esterilizar objetos de pequeñas dimensiones, y tiene la ventaja sobre el horno Pasteur, que su manejo es más cómodo, su limpieza más fácil, y sobre todo que, por la puerta de cristal, puede verse lo que sucede durante la operación.

Estufa Levassort *(Fig. 9)*. — El principal inconveniente que tienen las estufas mencionadas es la desigual distribución del calor; lo que se subsana con ventaja en este aparato. Consta de una caja de palastro de forma cuadrada, que en su parte inferior tiene un hornillo de gas en forma de parrilla que puede colocarse á alturas variables; y en su cara superior hay seis aberturas cir-

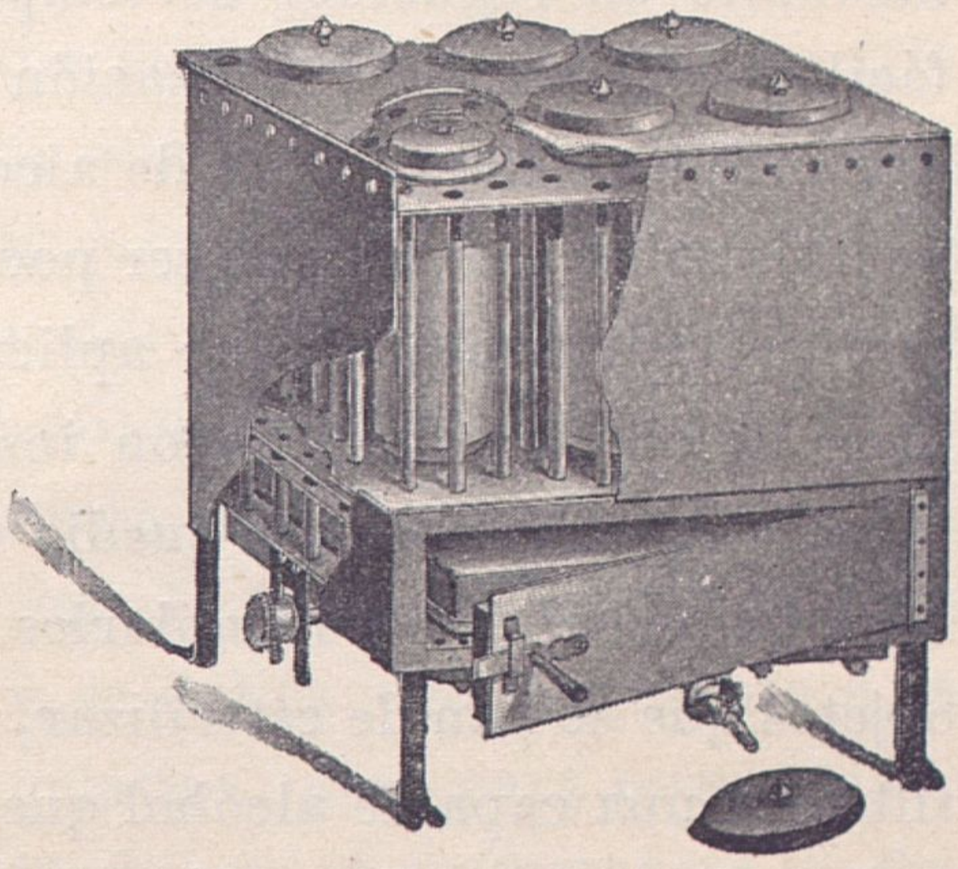

Fig. 9

culares para poner otros tantos vasos metálicos provistos de su correspondiente tapa, que llevan en su interior los objetos que se han de esterilizar. Esta estufa está atravesada por una serie de tubos verticales que rodean á los vasos esterilizadores, y por los cuales circula el aire caliente, consiguiéndose con esto que el calor sea igual en todo su ámbito. Este aparato tiene otra ventaja: que después de verificada la esterilización, pueden guardarse los objetos en los mismos vasos durante mucho tiempo.

Hay otros medios de esterilizar cuando no se tiene á mano ninguno de los aparatos anteriormente descritos; y si bien no puede practicarse la operación con el primor apetecido, sirven no obstante para el caso. Podemos valernos de una sencilla estufa de aire caliente, cuya temperatura interior pueda graduarse mediante un regulador de temperatura; otro medio fácil y sencillo es la aplicación directa de la llama que ordinariamente es la de alcohol, y que tiene la ventaja sobre las otras de ser poco carbonosa, si bien este procedimiento es sólo aplicable á un corto número de objetos. Cuando son instrumentos de acero los que esterilizamos por medio de la llama, tiene el inconveniente de destemplarlos. Si son varios los objetos que se han de esterilizar, se ponen en un platillo con una capa de alcohol que se hace inflamar.

Cuando se trata de un líquido que deseamos esterilizar por el calor seco, se somete el vaso que lo contiene á la acción de la llama de un mechero Bunsen

hasta producir su ebullición; pero en muchos casos esto no basta, puesto que si el líquido tiene su grado de ebullición bajo, esta temperatura no es suficiente para la destrucción de los microbios que contiene, y será preciso someterlo á otros procedimientos que describiremos luego.

Esterilización por el calor seco intermitente. Método Tindall. — Está fundado en la diferente resistencia que tienen los esporos de los microbios á la acción del calor. Para emplear este procedimiento se somete el cuerpo que se ha de esterilizar á la temperatura de 80° á 100° por espacio de tres á cuatro horas y luego se deja enfriar; se repite exactamente la misma operación dos días más, después de lo cual puede darse el cuerpo por esterilizado. La explicación de este procedimiento es la siguiente; al someter el cuerpo á la susodicha temperatura, la mayor parte de los microbios han sido destruídos; pero los esporos que han resistido á la acción del calor, se han desarrollado y convertido en adultos, y al someterlos por segunda vez á la misma temperatura quedan destruídos, y con más razón practicando la misma operación por tercera vez. El método Tindall da muy buenos resultados, y se aplica principalmente á la esterilización de la gelatina; pero para esta sustancia se debe tener cuidado que la temperatura no llegue nunca á 100°.

Esterilización por el calor húmedo.—Este medio de esterilización tiene la ventaja sobre el calor seco de que obra más rápidamente, por lo cual no tenemos necesidad de sostener una temperatura elevada durante tanto tiempo, evitándose con esto el peligro de que se destruyan las sustancias que esterilizamos. Puede aplicarse el calor húmedo de tres maneras distintas; por ebullición simple, por el vapor de agua á presión, y por el vapor de agua en corriente.

Esterilización por ebullición simple. — La asepsia por la acción de un líquido en ebullición es sumamente cómoda y sencilla, pues basta sumergir el objeto que se desea esterilizar en un líquido que esté á la temperatura de su ebullición, ya sea éste solo ó adicionado de una sustancia antiséptica, con tal de que ésta no ataque el objeto que se esteriliza.

El empleo del agua hirviendo es muy común por lo práctico que resulta, y por ser su acción bastante poderosa, pues á la temperatura de 100°, después de una ebullición bastante prolongada, la mayor parte de los microbios adultos son destruídos, pudiendo quedar solamente los esporos. El método de Appert, usado con frecuencia para la conservación de zumos, es una aplicación de este procedimiento, que consiste en poner los zumos ó cualquier otra sustancia que se quiera conservar, en frascos herméticamente cerrados, que se sumergen durante algún tiempo en un baño de agua hirviendo.

Si queremos esterilizar instrumentos metálicos, para evitar su oxidación, conviene sumergirlos cuando el agua esté ya en ebullición, porque el contacto con el agua fría facilitaría su alteración. También es muy común añadir á los baños de agua diversas sustancias como el carbonato sódico al 1 por 100. Esta sencilla adición obra de dos maneras; elevando la temperatura á 104° centígrados, y después aumentando la acción desinfectante del agua hirviendo, puesto que destruye la capa de grasa que á veces cubre la superficie de algunos objetos.

La ebullición de esta solución durante diez minutos, es suficiente para satisfacer las exigencias de la práctica. También son muy usadas disoluciones de ácido fénico, cal, cloruro cálcico, etc., etc.

Entre los baños simples se pueden mencionar el de aceite que nos da una temperatura de 120° á 130°; la glicerina, la vaselina y otros cuyo punto de ebullición es también muy elevado. Al emplear estas sustancias como baños, una vez terminada la operación se sumergen los instrumentos esterilizados en un baño de agua aséptica, para quitarles la untuosidad que les dan aquellos líquidos.

La esterilización por simple ebullición tiene la gran ventaja de no necesitar aparatos especiales, pudiendo emplear vasijas de uso doméstico, siempre que la materia de que están hechas no pueda ser atacada por el líquido que vamos á usar, y que su forma se amolde en lo posible á los objetos que se han de esterilizar.

Esterilización por el vapor de agua á presión superior á la atmosférica.—Este procedimiento es sin duda alguna el más eficaz que conocemos para esterilizar, por tener el vapor de agua á presión una temperatura superior á 100°, por la facilidad con que penetra en el interior de los cuerpos, y por la rapidez con que ejerce su acción sobre los microbios.

Varios son los aparatos que se construyen para esterilizar por este medio, si bien todos ellos tienen el grave inconveniente de ser muy caros; pero entre la gran variedad de modelos, nos limitaremos á mencionar los que tienen aplicaciones más generales y cuyo manejo es más práctico.

Autoclava de Chamberland *(Fig. 10)*. — Viene á ser como una marmita de Papin perfeccionada, constituída por una caldera cilíndrica de cobre que tiene un reborde saliente en el que se pone una rodaja de caoutchouc, sobre la cual descansa una pesada tapa de bronce, que se fija á la caldera mediante una serie de tornillos de presión que la dan un cierre perfecto. Esta tapa está provista de un manómetro que indica la presión y la temperatura, de una espita de vapor y de una válvula de seguridad. La marmita está sostenida por una caja cilíndrica de palastro, que en su parte inferior lleva dos hornillos circulares concéntricos, pero independientes entre sí, y en su parte superior hay una serie de orificios circulares para dar salida á los productos de la combustión. Una

cestilla de tela metálica que se introduce en la marmita, pero sin llegar á su fondo, es la destinada á contener los objetos que se han de esterilizar.

Para hacer funcionar este aparato, se pone agua en la marmita hasta que alcance próximamente un decímetro de altura, se coloca la cestilla metálica con los objetos que se han de esterilizar, teniendo cuidado que su fondo no llegue á la superficie del agua; luego se adapta la tapa que se sujeta con los tornillos de presión, se abre la espita del vapor, y se enciende el hornillo central con las mismas precauciones citadas al describir el horno Pasteur.

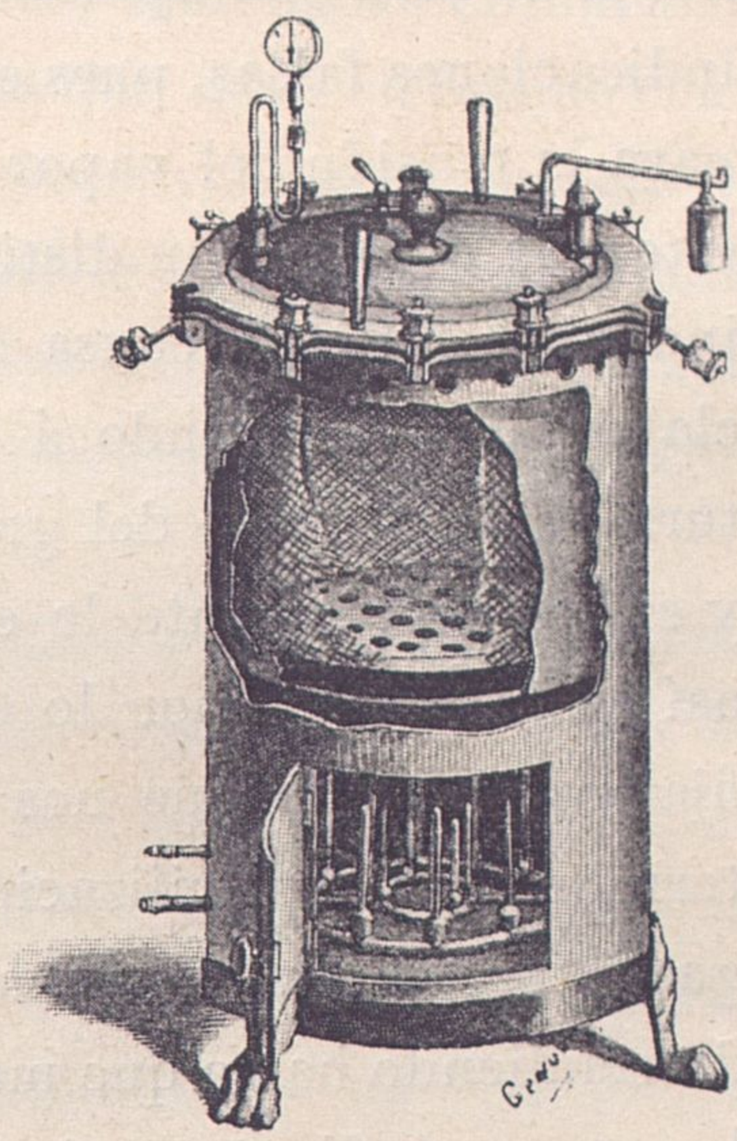

Fig. 10

El agua de la marmita entra en ebullición, y el vapor que se va formando desaloja el aire del aparato, permaneciendo abierta su espita hasta que por ella salga un chorro de vapor que nos indica que ya ha sido expulsado todo el aire, y entonces se cierra dicha espita para que la autoclava entre en presión. Á medida que ésta va aumentando, la aguja del manómetro va subiendo lentamente; cuando señala una temperatura de 100°, la presión está representada por una atmósfera, á 120° no llega á dos atmósferas,

á 130° la presión pasa de dos y media atmósferas, y á 134° corresponde á tres atmósferas, que ya es la presión máxima que se emplea en la autoclava de Chamberland. Si no se tuviese la precaución de desalojar el aire del aparato, el manómetro nos daría indicaciones falsas, pues estando graduado solamente para la tensión del vapor acuoso, como la tensión de éste y la del aire son distintas, dicho se está que nos induciría á grave causa de error. Como en la autoclava va aumentando á cada momento la temperatura, cuando pase del grado que deseamos, se abre y cierra rápidamente la espita de vapor, graduando así la tensión y por lo tanto la temperatura, que fijamos al grado que nos convenga. Cuando se crea terminada la esterilización, se cierra la espita del gas y se espera que la aguja del manómetro vaya descendiendo hasta que marque 100° de temperatura, lo que nos indica que tiene la presión de una atmósfera, que es la misma que la del exterior; entonces se abre la espita de vapor, y se oye un ligero silbido que indica la entrada del aire en la marmita; se sueltan los tornillos, se levanta la tapa, y se retiran los objetos esterilizados. Si se abriera la espita de vapor antes que la aguja del manómetro marcara 100°, se produciría un cambio rápido de tensión en el aparato que podría causar una sacudida en la cestilla metálica. Este aparato tiene además la ventaja de poderse emplear para la esterilización por el vapor de agua sin tensión y en corriente, dejando cons-

tantemente abierta la espita de vapor para que éste salga á medida que se va produciendo.

La casa Adnet, de París, constructora de toda clase de aparatos de esterilización, ha ideado en sustitución de las cestillas metálicas, unas cajas cilíndricas formadas por dobles paredes que están en íntimo contacto, teniendo unos orificios circulares que coinciden; y mediante un movimiento de rotación de una de dichas paredes se obturan los orificios, sirviendo para contener los objetos esterilizados y conservarlos asépticos.

Actualmente se construyen unas autoclavas, modelo alemán, para presiones muy superiores á las que se obtienen con la autoclava de Chamberland, pues las hay que resisten una presión de 10 atmósferas, que corresponde á una temperatura de 180°. Estos aparatos son de paredes muy resistentes y su tapa cierra herméticamente por la presión que le comunica un grueso tornillo central que está fijo en un fuerte estribo de hierro. Dichos aparatos para esterilizar, resultan exagerados.

Autoclava de Redard *(Fig. 11)*. — Es exactamente igual á la de Chamberland, pero de dimensiones mucho más reducidas, y tiene la ventaja de poderse transportar fácilmente; el foco calorífero es una potente lámpara de alcohol de triple mecha. Como quiera que en Farmacia muchas veces hemos de esterilizar solamente algunos centímetros cúbicos de un

medicamento, este aparato resulta muy práctico. Cuando se carece de estos aparatos, también puede practicarse la esterilización en una sencilla marmita de Papin. El vapor de agua á presión, da excelentes resultados cuando se trata de disoluciones, pues además de penetrar el calor fácilmente en el interior del frasco que contiene el líquido, éste no se evapora, puesto que se encuentra rodeado de una atmósfera saturada, y queda intacto, sin que haya variado en lo más mínimo su actividad. Este sistema es perfectamente aplicable á las disoluciones que han de servir para inyecciones hipodérmicas, y que tanto se usan hoy día en la práctica médica. Dicho procedimiento no tiene aplicación cuando se han de esterilizar objetos metálicos, porque se oxidarían fácilmente.

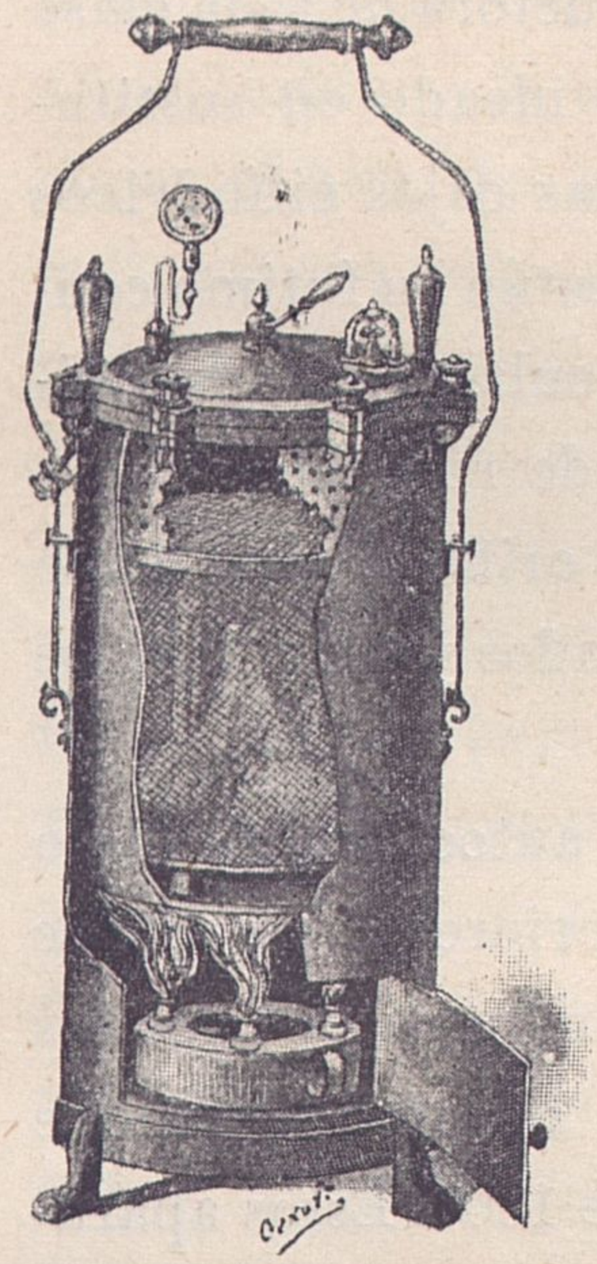

Fig. 11

Esterilización por el vapor de agua á la presión ordinaria y en corriente. — Hemos visto que entre los procedimientos térmicos estudiados hasta ahora, excepción hecha del método de Tindall, necesitamos para esterilizar una temperatura de + 100°; pero como que hay cuerpos que no pueden resistir dicha tempera-

tura, se comprende que para éstos no se pueden aplicar los procedimientos anteriores porque serían causa de su alteración, y en este caso se aplica con excelente resultado la acción del vapor en corriente cuya temperatura máxima es de 100°, y que además obra de un modo rápido y directo sobre los microbios, por más que la energía microbicida de esta corriente resulte débil comparada con la del vapor de agua á presión.

Los aparatos que funcionan á presión no están al alcance de todos, por su elevado precio; pero en ocasiones el susodicho procedimiento puede suplirse por el del vapor en corriente, que tiene la ventaja de poderse aplicar en aparatos de precio módico; y aun en caso de necesidad se puede improvisar uno muy sencillo, tomando una vasija que contenga agua y colocando en su parte superior un cilindro con fondo de rejilla que lleve los cuerpos que se han de esterilizar, y que constituye la cámara de vapor.

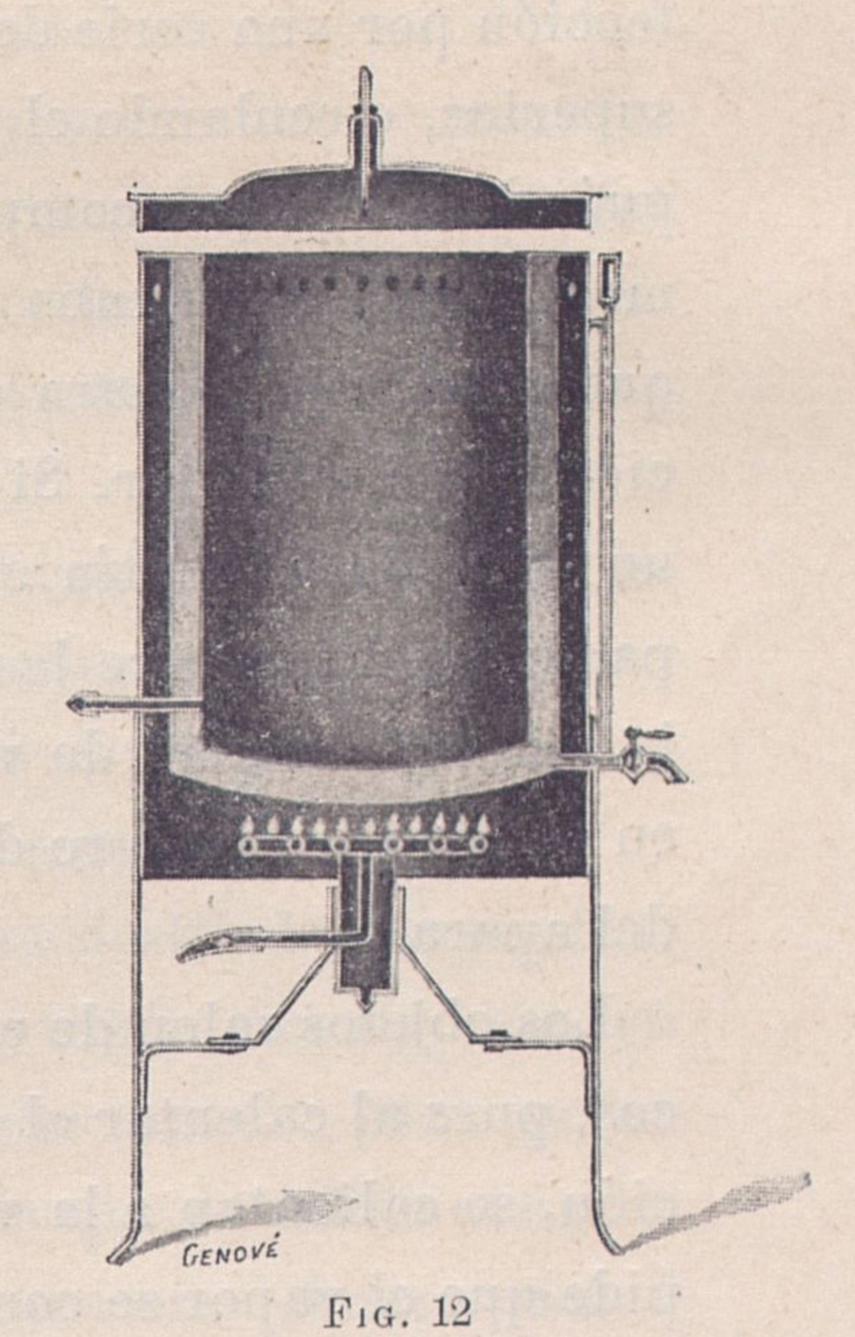

FIG. 12

Esterilizador de vapor en corriente de Schimmelbusch *(Fig. 12)*.—Consta de una caldera cilíndrica de dobles paredes, cuya tapa metálica tiene un orificio para

enchufar un termómetro. Esta caldera va sostenida por una armadura metálica cubierta de cartón de amianto para disminuir en lo posible la irradiación del calor, y lleva en su parte inferior un hornillo de corona, y entre la pared externa de la caldera y la armadura queda un espacio libre por el cual circulan los productos de la combustión.

Los cuerpos que se han de esterilizar se ponen en el interior de este aparato, y entre sus dobles paredes se pone el agua destinada á producir el vapor que penetra en la que podemos llamar cámara de desinfección por una serie de orificios que hay en la parte superior, circulando el vapor de arriba abajo, y después de bañar por completo los objetos que esterilizamos, sale por un tubo que está cerca de su fondo y que pone á la cámara de desinfección en comunicación con el exterior. Si este tubo lo articulamos con un pequeño serpentín cuyo extremo penetra en el espacio que hay entre las dobles paredes, no se pierde la menor cantidad de vapor acuoso, desapareciendo en este caso el peligro de que se evapore toda el agua del aparato.

Los objetos salen de este aparato perfectamente secos, pues al calentar el agua para producir su ebullición, se calientan á la vez dichos objetos, lo cual impide que el vapor se condense sobre ellos.

También podemos esterilizar por el vapor de agua en corriente, con la autoclava de Chamberland, por el procedimiento descrito anteriormente.

Esterilización por destilación. — El agua destilada que sale de nuestros alambiques, no es esterilizada, sino que debemos someterla luego á las operaciones necesarias para conseguir su asepsia. Hoy día puede esterilizarse el agua al mismo tiempo que se destila, con el aparato conocido con el nombre de alambique esterilizador de Sorel.

En su esencia es un alambique ordinario, pero el cuello de la cucúrbita está tres ó cuatro veces doblado sobre sí mismo, y envuelto por un tubo ancho que le rodea, debajo del cual van una serie de mecheros para obtener una calefacción bastante elevada.

El vapor de agua que pasa por este tubo encuentra allí una temperatura suficiente para destruir todos los gérmenes que dicho vapor puede contener, pasando luego y condensándose en un refrigerante ordinario.

El serpentín de este alambique debemos esterilizarlo antes de hacerle funcionar; para lo cual basta hacerle pasar una corriente de vapor por algún tiempo, antes de llenar de agua el refrigerante.

El frasco que recibe el agua destilada y aséptica, debe estar obturado por un tapón de algodón en rama, dejando sólo un pequeño espacio para poder introducir el tubo del serpentín que da salida al agua; así resulta que el aire que entra en el frasco pasa á través del algodón, en el cual quedan retenidos los gérmenes que le pueden acompañar.

IV

Esterilización química

Es la que se obtiene por la acción de los antisépticos. Estas son todas aquellas sustancias que tienen cierto poder microbicida, destruyendo algunas veces los microorganismos, ó cuando menos debilitando su acción patógena ó alterante, y otras modificando el medio para que les sea imposible vivir en él, multiplicarse y segregar. Las sustancias coagulantes y oxidantes, son generalmente eficaces antisépticos, obrando las primeras matando el microbio dejando sólo su cadáver, y las segundas oxidándolos. Así como la esterilización física se aplica indistintamente para todos los microbios modificando sólo la temperatura en algunos casos, si son los procedimientos térmicos los empleados, en la esterilización química se ha demostrado que los antisépticos tienen

un poder especial, diferente según sean los gérmenes; cada microbio puede decirse que tiene su antiséptico, pero ningún antiséptico es capaz de destruir todos los microbios á la vez. En la aplicación de los antisépticos, la experiencia es la única que nos sirve de guía.

La esterilización química, en farmacia, tiene el grave inconveniente de que cuando se aplica á los medicamentos, supone siempre la adición de un cuerpo extraño que cambia las condiciones del que esterilizamos, y sólo es aplicable cuando la sustancia antiséptica, una vez ha ejercido su acción, se la puede separar fácilmente del medicamento.

Por la propiedad microbicida que tienen los antisépticos, hoy día se usan principalmente como medicamentos, y sobre todo para la preparación de apósitos y vendajes antisépticos.

Son muchísimas las sustancias que, en mayor ó menor grado, están dotadas de propiedades antisépticas, y en la imposibilidad de hacer un estudio detenido de todas ellas, puesto que no lo permiten los límites de esta Memoria, me concretaré á mencionar algunas que modernamente se emplean y de las cuales se saca gran partido, como el permanganato de cal y el formol ó aldehido fórmico.

Permanganato de cal. — Esta sustancia debe su propiedad antiséptica á su poder oxidante que es muy considerable, siendo su acción sobre los microorganismos una de las más poderosas. Tiene varias ven-

tajas sobre el cloruro mercúrico que, como se sabe, es de los antisépticos más eficaces conocidos hasta ahora, pues así como éste mata los gérmenes coagulándolos, el permanganato los destruye, y bajo el punto de vista médico, el permanganato no es tóxico ni cáustico como el sublimado. El permanganato de cal se descompone fácilmente en frío, en contacto con las materias orgánicas, en oxígeno, bióxido de manganeso y cal; y esta propiedad fué la que hizo fijar la atención para emplearlo en la esterilización del agua, puesto que el bióxido de manganeso se precipita por ser insoluble, y la cal producida se combina con el anhídrido carbónico que resulta de la oxidación de las materias orgánicas.

El procedimiento de los Sres. Girard y Bordas para la esterilización del agua por este medio, resulta sumamente práctico. Según él, lo primero que debe hacerse es calcular la cantidad de permanganato de cal que se debe añadir al agua que se esteriliza. Para esto se toman tres litros del agua que se quiere esterilizar y se dividen en tres frascos; á uno de ellos se le ponen 20 miligramos de permanganato, al otro 40 miligramos, y al tercero 60 miligramos, y se dejan en reposo 24 horas. Si, pasado este tiempo, el primer frasco está turbio y decolorado, y el segundo y tercero tienen un tinte rosa, debemos poner al agua entre 20 y 40 miligramos de permanganato por 1,000 cc.; si los dos primeros litros están decolorados y turbios, teniendo el tercero el tinte rosa, la cantidad de per-

manganato que debemos poner debe ser entre 40 y 60 miligramos.

Luego resulta que debemos llegar á obtener la tinta rosa, que es debida á que hay en el agua un pequeño exceso de permanganato, que nos indica que han sido destruídas todas las sustancias orgánicas, y por lo tanto los microorganismos. El exceso de permanganato que quede en el agua debemos eliminarlo, y esto se consigue poniéndolo en contacto con bióxido de manganeso, que tiene la propiedad de descomponerlo en cal, oxígeno y bióxido de manganeso. El procedimiento consiste en hacer pasar esta agua á través de un bloque filtrante compuesto de carbón y bióxido de manganeso, que constituye el fundamento del llamado filtro Lutéce; el agua esterilizada por este medio, es aplicable á la bebida y á los usos de la cirugía. Este procedimiento es muy importante y de muy buenos resultados para las necesidades de una campaña, pues muchas veces un ejército se ve obligado á beber aguas turbias y fangosas, que inutilizan los filtros ordinarios por obstrucción de sus poros, y aunque se sometan á la ebullición no se consigue ningún resultado, porque deja intactas las materias tóxicas, como son las toxinas, venenos vegetales, etc., cuando haciendo uso del permanganato quedan dichas sustancias destruídas.

Esta sal es mejor tenerla en disoluciones tituladas, por ser muy delicuescente; inconveniente que no tiene el permanganato de potasa; pero la primera tiene

la ventaja de obrar mejor en frío que la segunda, y con una cantidad mucho menor se obtienen resultados superiores; con el permanganato de potasa, al descomponerse para ejercer su acción oxidante, la potasa es la que queda en libertad, que es mucho más soluble que la cal, y ofrece más inconvenientes, pues esta última se puede aislar más fácilmente, y además de que no es tan perjudicial como la potasa.

Aldehido fórmico. — Uno de los antisépticos más poderosos, y que actualmente está más en boga, es el aldehido fórmico ó metílico $H-C\begin{matrix}//O\\ \backslash H\end{matrix}$. Su energía microbicida fué reconocida ya por Loen en 1886; más tarde las comunicaciones presentadas por Berlioz y Trillat en la Academia de Ciencias de París (*Comptes rendus*, t. III, pág. 297) en 1892, y los trabajos de Aronson publicados en la *Berl. Klinische Wochenscrift*, los del Dr. Stahl en la *Pharmasceutiche Zeitung*. (1893), la memoria del Dr. Miquel sobre la desinfección del polvo, y algunos otros estudios, han llamado poderosamente la atención del público científico sobre dicho producto.

El aldehido fórmico es un gas incoloro, de olor penetrante, soluble en el agua; fuertemente enfriado se condensa en un líquido que hierve á — 21°. En el comercio se encuentra en solución acuosa al 40 por 100 con el nombre de Formol ó Formalina, constituyendo un líquido claro, incoloro, que desprende olor

característico de aldehido fórmico, reduce la solución amoniacal de nitrato argéntico, y produce en las soluciones acuosas muy diluídas de anilina un precipitado blanco de $C_6H_5 = CH_2$ (anhidroformoldehidanilina); esta última reacción, que es muy sensible, la da también el aldehido acético. El amoníaco se combina con el aldehido fórmico formando

$$\text{exametilentetramina } N \begin{cases} CH_2 - N - CH_2 \\ CH_2 - N - CH_2 \\ CH_2 - N - CH_2 \end{cases}$$

En esta propiedad se funda un procedimiento volumétrico para determinar la cantidad de formoldehido existente en una disolución, por medio de otra valorada de amoníaco, usando el ácido rosólico como indicador.

En las soluciones muy concentradas, y principalmente al evaporarlas, se polimeriza el aldehido fórmico dando lugar á la formación del trioximetileno, cuerpo dotado también de propiedades antisépticas. El poder antiséptico de la solución de formoldehido es sumamente notable; soluciones muy diluídas á $\frac{1}{25000}$ impiden el desarrollo de muchos gérmenes; al $\frac{1}{1000}$ esteriliza completamente cualquier líquido; en presencia de sustancias albuminoideas, la energía antiséptica del formoldehido es mucho mayor que la del cloruro mercúrico, pues éste da lugar á la for-

mación de albuminatos de mercurio poco solubles, perdiéndose gran cantidad de sustancia antiséptica.

Es sumamente difícil la esterilización química por medio de cuerpos gaseosos ó en estado de vapor. El anhídrido sulfuroso que había estado muy en boga, es de energía sumamente dudosa; el cloro y el bromo obran enérgicamente en presencia del aire húmedo, pero su acción corrosiva se extiende también á los objetos sometidos á la esterilización; los vapores de formalina, á la vez que presentan una energía microbicida bien determinada, no tienen este grave inconveniente. Así es que los vapores de dicha sustancia pueden utilizarse para la desinfección de gasas, algodones, vendajes, sedas, etc., prestando en estos casos servicios muy apreciables, conservando los apósitos en recipientes especiales, en los cuales se pone un poco de algodón en rama impregnado de formol. Sobre los apósitos sometidos á este tratamiento se deposita el aldehido fórmico polimerizándose, de modo que al cabo de algún tiempo están impregnados de trioximetileno. Otra de las ventajas que tiene la esterilización por medio del formol es que sus vapores son próximamente de la misma densidad que el aire, y se difunden por lo tanto con suma facilidad.

En general puede decirse que para esterilizar un objeto con dichos vapores, basta que esté en contacto con ellos doce horas, y cuantos ensayos se han hecho con la siembra de varios líquidos de cultivo durante

este espacio de tiempo, han resultado siempre estériles.

Un reparo podría oponerse al empleo de este cuerpo: ¿es tóxico el aldehido fórmico? Que no lo es, lo demuestran los obreros empleados en su fabricación que respiran diariamente sus vapores sin detrimento visible en su salud. Los experimentos de Berlioz y Trillat han venido á demostrar que aquellos vapores sólo son venenosos cuando se respiran durante mucho tiempo y en grandes cantidades.

V

Conservación de las sustancias esterilizadas

Es de gran interés que, una vez obtenida la esterilización de una sustancia, se conserve aséptica durante el mayor tiempo posible; pero hay una multitud de productos farmacéuticos que por su naturaleza especial ó por el método seguido en su preparación, no hay necesidad de esterilizarlos, pues basta conservarlos con sumo cuidado para ponerlos al abrigo de ciertos microorganismos que, si no son patógenos, tienen una acción alterante marcadísima. Se comprende, pues, la facilidad con que estos gérmenes, que se encuentran flotando en el aire, puedan fijarse en estos productos y multiplicarse á beneficio de cierto grado de humedad y temperatura; y esta es la causa de las alteraciones que sufren las aguas desti-

ladas, en las que se ven unos copos de aspecto mucoso; de las eflorescencias que cubren las superficies de los extractos, y de las fermentaciones de los jarabes, zumos, etc. Fijándose en los métodos aconsejados para la conservación de las sustancias medicamentosas, se ve que todos tienen por fundamento la eliminación de la humedad, del aire, de cierto grado de temperatura y alguna vez de la luz; así, para los extractos se recomienda para evitar el desarrollo de esta serie de vegetales criptogámicos que producen sus alteraciones, tapar bien los tarros por medio del caoutchouc parafinado, hojas de estaño ó bien usar frascos especiales que cierren herméticamente. Se ha ideado también conservar los extractos en tubos de estaño como los que sirven de envase para las pinturas; esto es sumamente práctico para los extractos blandos, porque á medida que se va sacando extracto, el tubo se va reduciendo de volumen, quedando, por lo tanto, siempre lleno y resguardado el extracto del contacto del aire.

Como los jarabes fermentan con tanta facilidad, es de rigor que se tomen todas las precauciones para evitar su alteración. Varios son los procedimientos que se recomiendan para ello. Unos son partidarios de que se guarden en frascos de medio litro, previamente esterilizados, llenarlos completamente y taparlos luego con corchos hervidos y secos. La Sra. Poupinel aconseja llenar casi por completo un frasco con jarabe caliente que se tapa con un disco de papel fil-

tro, se invierte luego el frasco para que el disco de papel se impregne bien de jarabe, y al cabo de un rato se pone el frasco en su posición primitiva; el jarabe que impregna el papel cuando se enfría, cristaliza y constituye un cierre perfecto.

El método de Appert es un magnífico procedimiento para la conservación de jarabes y de muchas sustancias orgánicas fácilmente alterables, siempre que éstas puedan resistir el grado de temperatura que se necesita para este método. Para emplearlo, no hay más que poner el jarabe ó sustancia que se quiere conservar, en frascos bien tapados á la acción de un baño líquido que esté á la temperatura de su ebullición durante algún tiempo, y después se le deja enfriar lentamente.

En este caso sucede que, por la acción del calor, se elimina parte de aire que hay en el interior del frasco á través de los pequeños poros del tapón, y que la sustancia se esteriliza junto con el aire que no ha sido eliminado. Es preciso, pues, que los frascos que se emplean sean muy resistentes, pues en muchos casos algunos se rompen á causa de la tensión que adquiere el aire contenido en su interior.

Según el procedimiento de Gay-Lussac, muy parecido al de Appert, se evita este inconveniente, porque el frasco está destapado mientras se halla sometido á la acción del calor, eliminándose el aire casi por completo, tapando herméticamente el frasco luego que está esterilizado el líquido. Cuando se tapan los

jarabes estando calientes, un poco del vapor de agua desprendido se condensa en el tapón, cayendo luego en forma de gotas sobre el jarabe; esto podría producir cierta alteración, si no se tuviera cuidado de agitar bien el frasco luego que esté frío, poniéndolo al abrigo de la acción de la luz.

Según los recientes trabajos de Barnouvin publicados en la *Farmacia Moderna,* se ha visto que las alteraciones que sufren las aguas destiladas, son producidas por organismos microscópicos que pueden ser hongos, bacterias ó algas.

Los hongos son los que más frecuentemente se encuentran en dichas aguas, lo cual se explica fácilmente por la abundancia de los esporos de mucedíneas que hay en el aire.

Las bacterias ya no son tan frecuentes, y se presentan en las aguas formando unas producciones blanquecinas, viscosas, y algunas veces granulosas, que se depositan en el fondo del vaso, ó están flotando en el seno del líquido, perteneciendo unas al género Micrococus y otras al Leptotrhix. Las algas son raras en las aguas destiladas, presentándose sólo en las que han sufrido la acción de la luz, siendo las más frecuentes las que pertenecen á los géneros Protococus, Hematococus y Coccochloris.

Los hidrolatos son para estos microorganismos verdaderos líquidos de cultivo, por tener principios hidrocarburados y materias orgánicas nitrogenadas de constitución no bien conocida.

Para impedir la alteración de las aguas destiladas, lo primero que debe hacerse es esterilizar el serpentín del aparato destilatorio haciéndole pasar una corriente de vapor de agua sobrecalentado, tapando luego sus dos aberturas con algodón en rama hasta que se tenga que utilizar. Los frascos destinados á conservar los hidrolatos deben estar esterilizados, debiendo procurar que cierren herméticamente y que su capacidad sea proporcionada á un consumo rápido. Hay algunos que son partidarios de calentar los hidrolatos antes de envasarlos; pero esto tiene el inconveniente de que pierden parte de su esencia. En general las aguas destiladas de plantas muy olorosas, se conservan bastante bien, y esto es, sin duda, debido á las propiedades antisépticas de las esencias que contienen.

Frasco de Levassort *(Fig. 13)*. — Este aparato da muy buenos resultados para la conservación del agua esterilizada. Consta de un sencillo frasco de vidrio que tiene una espita lateral, en cuyo cuello está ajustado un anillo de caoutchouc que tiene dos cintas de la misma sustancia que sirven para sostener un matracito de cuello corto y algo encorvado, en el que se introduce todo el caño de la espita. Antes de llenar el frasco del agua aséptica que se quiere conservar, lo primero que debe hacerse es esterilizarlo; lo cual se consigue pasando primero un poco de agua regia y lavándolo luego dos ó tres veces con agua hervida.

Hecho esto, se llena el frasco del agua que se desea conservar, se tapa el cuello con algodón en rama, y se cubre con una campanita de vidrio; luego se pone agua aséptica en el pequeño matraz, y se le introduce el caño de la espita procurando que su extremo esté sumergido en el agua á fin de evitar que el orificio de

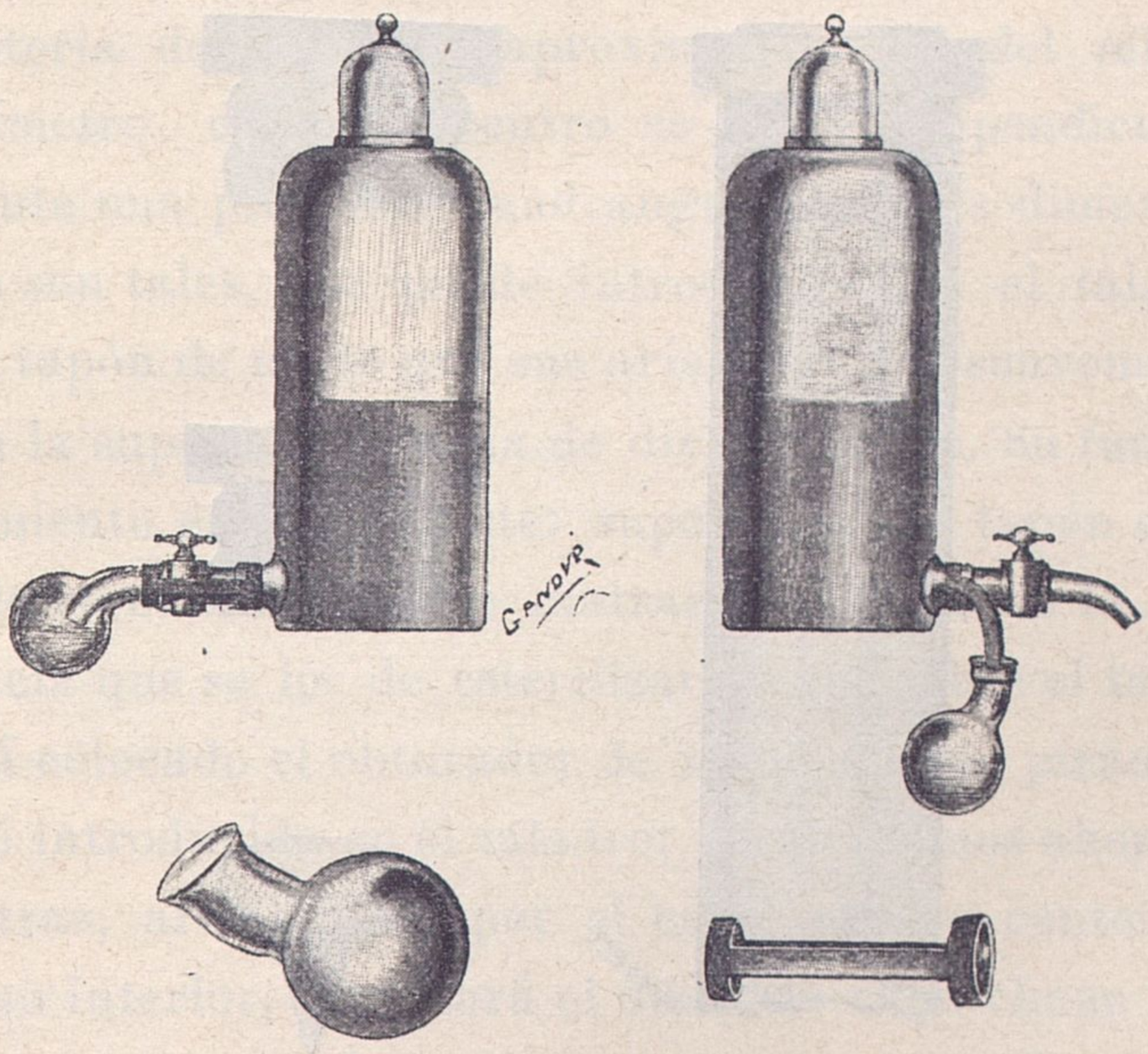

Fig. 13

salida de la espita se impregne del polvillo del aire. Cuando se quiere dar salida al agua esterilizada contenida en el frasco, se separa el matracito y se abre la espita, y el aire que va entrando en el frasco se va filtrando á través del tapón de algodón en rama, y de esta suerte el agua no se contamina y se conserva perfectamente aséptica durante mucho tiempo.

Obturador automático de Levassort *(Fig. 14)*. — A fin de conservar los objetos sometidos á la esterilización por ebullición, se han ideado varios sistemas de cierre automático, fundados casi todos en la adherencial del caoutchouc con el vidrio deslustrado. Esto tiene un inconveniente: que no todos los vidrios so-

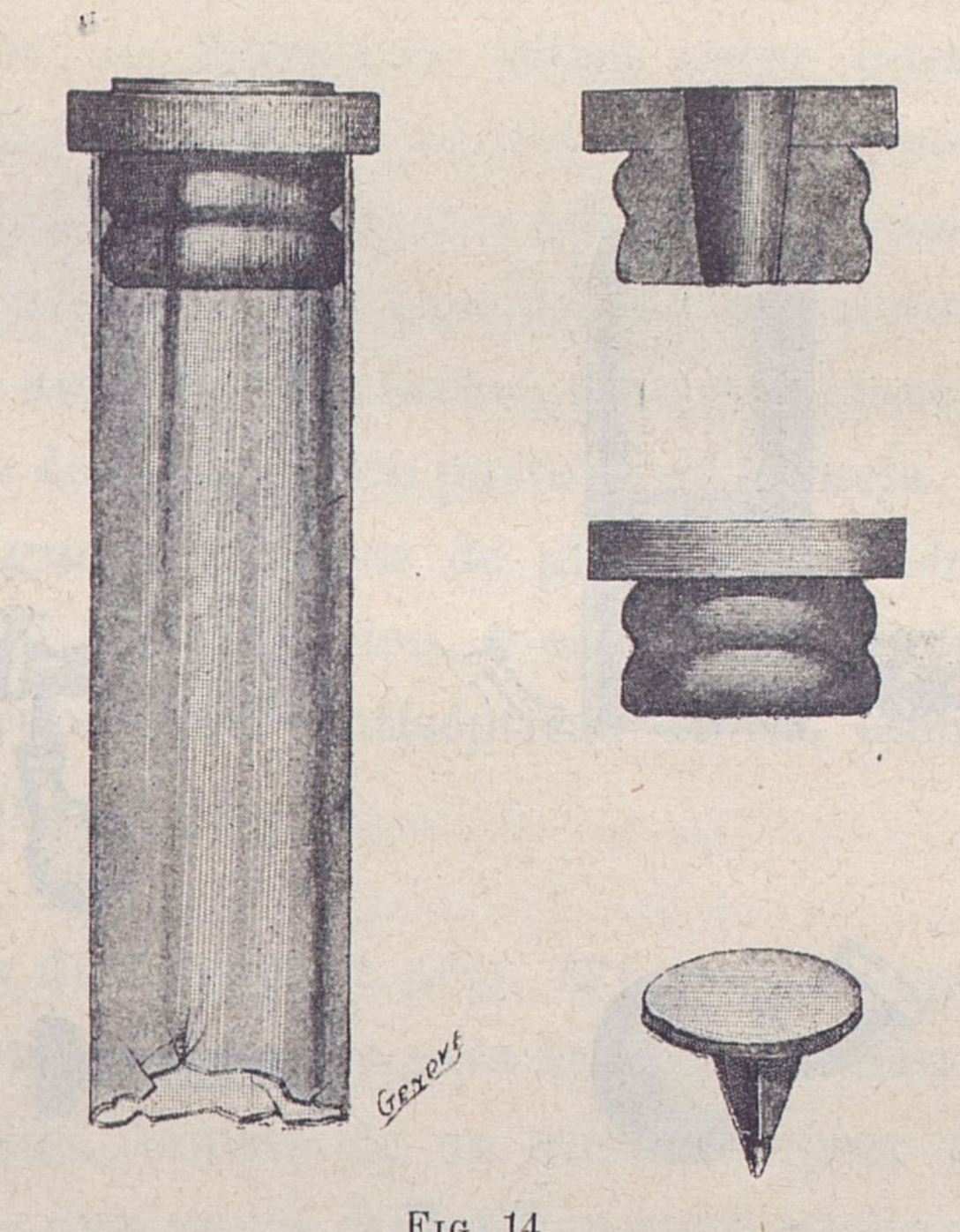

Fig. 14

portan el deslustre, siendo necesario que tengan cierto espesor y que hayan sido sometidos á un recocido especial. Para obviar este inconveniente, Levassort ha ideado un sistema de cierre automático que puede aplicarse indistintamente á toda clase de recipientes de vidrio. Este mecanismo consta de dos partes: 1.ª

Un tapón de caoutchouc en cuya superficie externa hay dos dilataciones ó vientres, y entre las dos un nodo ó garganta que tiene por objeto conseguir un ajuste perfecto con las paredes del cuello de la vasija á la cual se adapta; además este tapón tiene en su centro un taladro ligeramente cónico; 2.ª El verdadero obturador, que es un disco de la misma materia del tapón y aproximadamente del mismo diámetro, en cuyo centro se eleva perpendicularmente una pirámide cuadrangular, cuyas dimensiones son tales, que puede introducirse en el taladro del tapón de modo que sus aristas rocen suavemente con la superficie interna de dicho taladro. Su funcionamiento es el siguiente: supongamos el tapón ajustado en el cuello de un matraz que contiene la sustancia que se ha de esterilizar, y que sobre el tapón está colocado el obturador de modo que su pirámide esté introducida en el taladro; si calentamos ahora el matraz, al dilatarse por el calor el aire contenido en su interior, levantará el disco de caoutchouc que sirve de obturador, encontrando escape por el espacio comprendido entre la superficie del taladro del tapón y la del apéndice cuadrangular del disco obturador. Cuando la dilatación del aire llegue al máximum, se establecerá equilibrio entre la presión del interior y la atmosférica; el obturador volverá á su sitio por su propio peso, y al enfriarse y contraerse el aire del matraz, la presión atmosférica obrará sobre el disco de caoutchouc adhiriéndole fuertemente al plano su-

perior del tapón, con lo que se impedirá la entrada del aire exterior.

El vástago que lleva el obturador no tiene más objeto que impedir sus desviaciones laterales, y su sección es cuadrangular á fin de que no impida la salida de los gases, como sucedería si fuese circular. El obturador automático de Levassort, por su sencillez, permite adaptarse á la mayoría de vasijas (tubos para objetos de cura antiséptica, botellas para agua esterilizada, etc.), por la seguridad de su cierre hace que se conserven durante muchos meses los objetos esterilizados sin peligro ninguno de infección, y por su mecanismo especial tiene muchísimas ventajas sobre otros cierres automáticos.

Matraz Ferrán *(Fig. 15)*. — Es un frasco lavador aplicado á la conservación de líquidos esterilizados. Consta de un matraz aplastado, de cuello corto, en el que se ajusta un tapón de caoutchouc que tienè dos taladros, en los que se introducen por frotamiento fuerte dos tubos de vidrio; uno de ellos parte del fondo del matraz y termina al exterior en punta afilada y encorvada hacia abajo; el otro es corto y tiene en toda su extensión el mismo calibre, sobresaliendo al exterior pocos centímetros. Para operar con este matraz, le introducimos el líquido que se desea conservar, le ajustamos el tapón que lleva sus respectivos tubos, y lo sometemos á la acción del calor para esterilizar el líquido, y si éste ya es aséptico, para des-

alojar el aire que hay en el interior del frasco. Los vapores que se producen por la acción del calor, salen al exterior por el tubo recto, y una vez terminada la esterilización, se obtura con un poco de algodón en rama, en cuya parte externa se le pone una gota de una solución de sublimado, cubriéndose luego

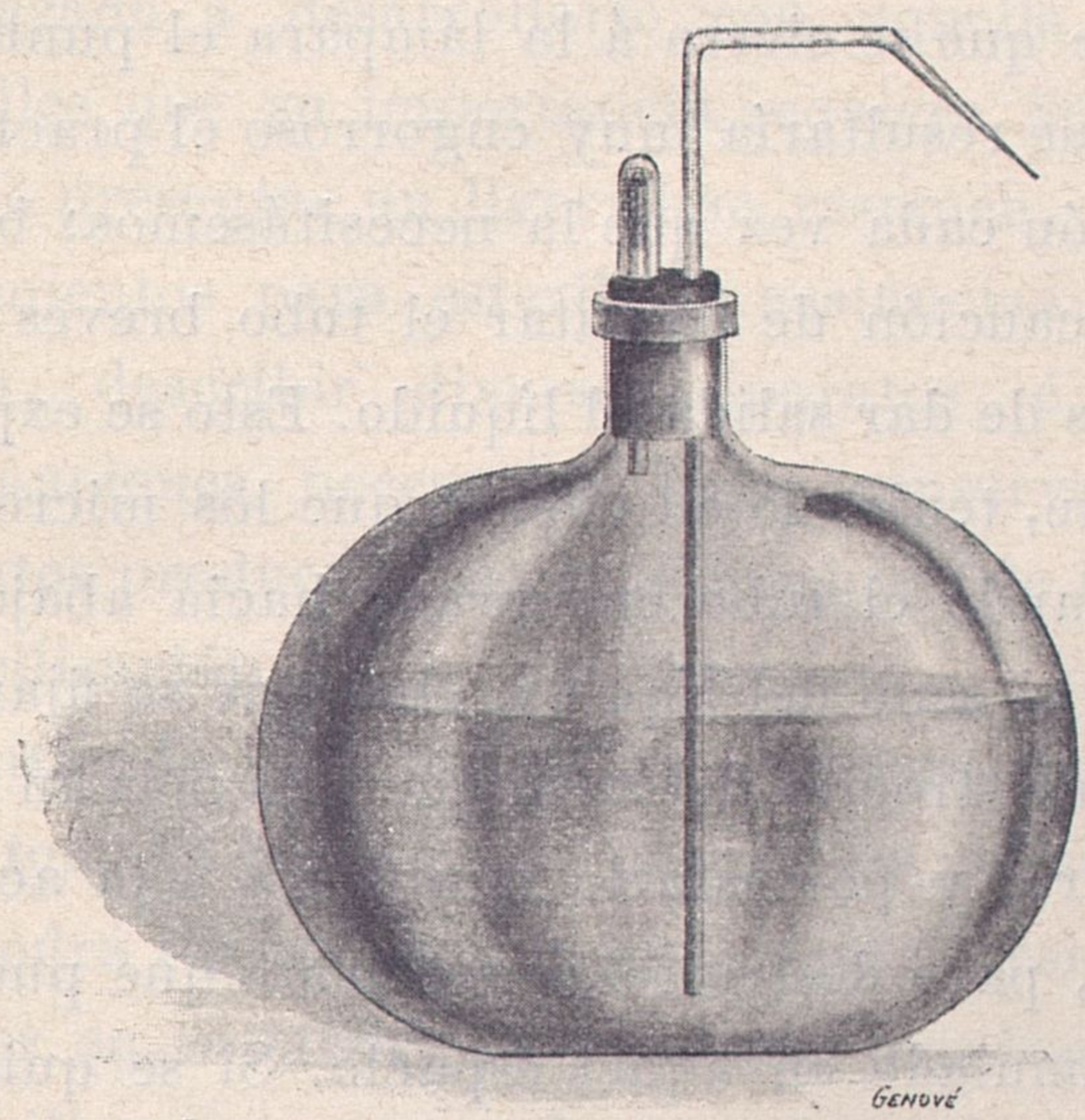

Fig. 15

con una campanita de cristal para impedir que penetre el polvo, y el otro tubo que termina en punta afilada se cierra á la lámpara. El líquido contenido en este matraz se conserva aséptico durante mucho tiempo.

Cuando hay necesidad de extraer cierta cantidad de líquido, se le articula al tubo recto una pera Richardson, y se rompe la punta afilada del otro tubo, y

el aire que inyectamos se va filtrando á través del tapón de algodón en rama, y obliga á salir el líquido del matraz, obrando en este caso como un frasco lavador, con lo cual tiene la ventaja de no haber de destapar el matraz, lo que evita que se infecte el líquido esterilizado.

Para la conservación del agua esterilizada, no hay necesidad de que se cierre á la lámpara el punto de salida, porque resultaría muy engorroso el practicar esta operación cada vez que la necesitásemos; basta tener la precaución de calentar el tubo breves momentos antes de dar salida al líquido. Esto se explica sencillamente, teniendo en cuenta que los microbios del aire, estando el tubo encorvado hacia abajo no penetran en el seno del líquido, sino que se fijan en las paredes del trocito del tubo que está más en contacto del aire; y por esto lo remitimos á la acción de la llama, para destruir los gérmenes que puedan haberse acumulado en aquel espacio. Si se quieren tomar más precauciones, se puede sumergir la punta abierta en una campanita de vidrio que tenga un poco de algodón con sublimado.

En el Laboratorio microbiológico de Barcelona, en el cual he podido trabajar y aprender algo, gracias á la amabilidad y á las enseñanzas de mi querido maestro el Dr. Ferrán, he tenido ocasión de ver los buenos resultados que da el susodicho matraz, puesto que en él se conservan perfectamente bien y por espacio de mucho tiempo, sin perder sus cualidades

asépticas, caldos, gelatinas y otras sustancias que constituyen magníficos líquidos de cultivo.

He terminado, Sr. Presidente, mi trabajo, que emprendí con entusiasmo, pero que mis alientos no han alcanzado á desarrollarlo con aquella riqueza de detalles que su importancia requiere. Sólo he conseguido presentar un ligerísimo resumen, citando procedimientos para esterilizar sustancias medicamentosas, describir diversos aparatos, é indicar las precauciones necesarias para conservar asépticos cuantos productos hayan sido objeto de una perfecta esterilización.

Entiendo que, dadas las corrientes modernas que han tomado ya carta de naturaleza, el farmacéutico no podrá sustraerse á la imperiosa necesidad de establecer en su laboratorio los más precisos aparatos y utensilios para responder con lealtad y conciencia á las diversas prescripciones médicas que entran de lleno en el terreno microbiológico.

Hemos visto que, para esterilizar, los procedimientos térmicos son los mejores, y entre ellos, el más eficaz el que se funda en la acción del vapor de agua á presión; y que para los cuerpos que no puedan resistir una temperatura de + 100°; como por ejemplo la gelatina, hemos de emplear el método de Tindall. En la esterilización química debe tenerse en cuenta

la naturaleza del cuerpo que esterilizamos, teniendo presente la ventaja que tiene el aldehido fórmico de obrar sólo por la acción de sus vapores; así como el permanganato de cal, notable por su energía oxidante, y además por la gran aplicación que tiene para obtener la asepsia del agua. En la conservación tanto aséptica de una sustancia, como la que tiene por objeto evitar su descomposición, hemos visto que siempre se recomienda la eliminación del aire por los gérmenes que tiene en suspensión, y también evitar cierto grado de temperatura que facilita el desarrollo de aquéllos, y, en este caso, el procedimiento que se adapte debe estar en relación con la naturaleza del cuerpo que se desea conservar.

Siendo dificilísimo poder dar conclusiones definitivas, tanto en la esterilización, como en la conservación, por los numerosos casos especiales que pueden ocurrir, es de buen sentido dejar al criterio del farmacéutico el procedimiento que debe emplear según sean los casos y condiciones especiales en que se encuentra.

He dicho.

Autorizada la lectura de la presente Memoria por el Tribunal, constituído con los señores

Excmo. Sr. Dr. D. Julián Casaña, *Presidente*,

Dr. Macho de Velasco
Dr. Sádaba
Dr. Gómez Pamo
Dr. Gómez Velasco } *Vocales*,

el interesado fué calificado por el Tribunal que antecede, de **Sobresaliente**, por unanimidad de votos, en

Madrid á 27 de Junio de 1897.

El Secretario de la Facultad,

Dr. Puerta.