

## RECUPERACIÓN DEL MERCURIO PROCEDENTE DE BARÓMETROS Y DE TERMÓMETROS DAÑADOS

**Autores:** Martínez-Troya, D.<sup>1</sup>, Martín-Pérez, J.J.<sup>2</sup>

### RESUMEN

En nuestros laboratorios de enseñanzas medias suelen encontrarse viejos barómetros de mercurio cuyos ajustes de goma o de resina se han deteriorado con el paso del tiempo, dejando que el metal se libere a la atmósfera lentamente, con la peligrosidad derivada de ello. Aquí proponemos un protocolo adecuado para recuperar el mercurio de tales aparatos, limpiarlo y llegado el caso, destilarlo, para posteriormente encerrarlo cuidadosamente y poder usarlo más adelante en experiencias.

Palabras clave: Limpieza de mercurio; Barómetros; Termómetros.

### ABSTRACT

*It is easy to find old mercury barometers in middle school laboratories, whose rubber or resin fittings are deteriorated with time, letting the metallic gas escape by the cracks, with the danger derived of it for our health. In this paper we propose an adequate procedure to recover mercury of such apparatus, cleaning the liquid, including its distillation, and putting it away in safety vials.*

*Key words: Mercury cleaning; Barometer; Thermometer.*

### INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La seguridad en el laboratorio debe constituir una prioridad para cualquier químico y docente, por lo que eliminar posibles focos de toxicidad es una obligación para cualquiera con los conocimientos suficientes para ello. Es fácil que un termómetro se rompa en el laboratorio, accidentalmente o por un mal uso por parte de nuestro alumnado, por lo que es importante tener un protocolo de actuación en caso de que ocurra. Por otra parte, es un hecho la existencia de viejos barómetros cuyas juntas de goma se han resquebrajado o deteriorado por el paso de los años, por lo que a través de las gomas deformadas o a través de las grietas, se libera lentamente el mercurio emponzoñando el ambiente de trabajo. Muchos de ellos están atascados por la suciedad, o simplemente tienen burbujas de aire que habría que retirar, para que puedan emplearse de nuevo, algo poco práctico en una época donde podemos adquirir barómetros y termómetros de calidad que no emplean ya el mercurio, precisamente por su

---

<sup>1</sup> Daniel Martínez Troya [vaergael@gmail.com](mailto:vaergael@gmail.com)

<sup>2</sup> Juan Jesús Martín Pérez. Departamento de Física y Química, IES. Zaframagón (Olvera)

peligrosidad. Por todo ello, proponemos una eliminación progresiva de todos aquellos aparatos de mercurio, deteriorados o defectuosos, así como una recuperación del mercurio que contienen, que puede emplearse ya sea para realizar otras experiencias, o para la mera constatación de su alta densidad, algo que para el alumnado resulta más que sorprendente.

## **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

A lo largo de esta actividad vamos a tratar de dar un protocolo adecuado para recuperar el mercurio de los barómetros, así como de los termómetros que se puedan romper de manera fortuita en el transcurso de una práctica.

En principio retiraremos el mercurio del tubo del barómetro cuidando que se derrame la menor cantidad posible, para posteriormente presentar una secuencia de pasos en el caso probable de que se hubiera producido un derrame.

A continuación presentamos los pasos para lavar el mercurio y hacerlo de nuevo útil para otras experiencias de laboratorio, empleando para ello disolventes tradicionales como el agua, la acetona o el éter, un filtrado a través de papel y una destilación final en caso de que se necesitase un mercurio altamente puro.

## **DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD**

### **RECUPERACIÓN DEL MERCURIO**

#### **A) RETIRAMOS EL MERCURIO DE LOS BARÓMETROS**

Para realizar esta acción vamos a emplear necesariamente guantes de látex y la campana de extracción, que debe ser lo suficientemente grande como para que quepa el barómetros. Es importante fabricar una especie de cubeta de papel de una sola pieza, y colocar una bandeja de plástico para evitar que los más que posibles derrames se pierdan en las irregularidades de la mesa de la campana.

El sistema de sellado del barómetro consiste en un tornillo de rosca que puede ser de diversos materiales, bien plásticos o metálicos. Este eje roscado debiera de poder abrirse o cerrarse con facilidad, gracias al giro de su cabeza, pero el desgaste del tiempo habrá endurecido los ajustes al tiempo que habrá deteriorado los tapones y gomas de encaje. Algo que sí ha ocurrido en los dos barómetros que hemos empleado. Aquí en la imagen de la derecha puede observarse perfectamente el color oscuro del mercurio, que presenta contaminación de polvo, residuos procedentes del metal del tornillo o directamente del exterior a causa de un mal cierre. Al menos en este caso no hay obturación del tubo de vidrio.





En este otro caso, la cubeta de mercurio está sellada por un material plástico y el punto de cierre entre la espiga de goma y el cuello del tubo de vidrio del barómetro se encuentra obturado por una resina o grasa negra que prácticamente tapona el paso del mercurio desde la cubeta al tubo y viceversa. El mercurio de este barómetro está bastante más limpio que el anterior, aunque puede apreciarse su suciedad en la falta de brillo metálico, tan particular del mercurio limpio (algo que se aprecia sin problemas en el fino tubo de vidrio lateral). Aquí hay un gran número de burbujas de aire en el interior, algunas de las cuales se aprecian en el codo inferior del instrumento. El desgaste del taco superior de madera es evidente, y aunque es la espiga de plástico la responsable principal del ajuste, el deterioro del asiento de madera debe disminuir la seguridad del instrumento, que por otra parte no funciona.

Para poder extraer el mercurio no basta con derramar el contenido de las ampollas, sino que mediante movimientos rápidos y cortos, hay que forzar al resto del mercurio que queda en la varilla de vidrio, a descender hasta la ampolla que ya hemos vaciado y repetir el proceso tantas veces como haga falta.



Antes de desenroscar la cubeta para recuperar el mercurio de la ampolla, hay que colocar la bandeja de plástico o de vidrio en el interior de otra hecha de papel, de una sola pieza, en el interior de la campana extractora. De ese modo si hubiera algún derrame, quedaría en la bandeja y podría recuperarse inmediatamente sin correr el peligro de que se derramase posteriormente por el interior de la campana.

## **B) RECOGEMOS LAS GOTITAS DISPERSAS**

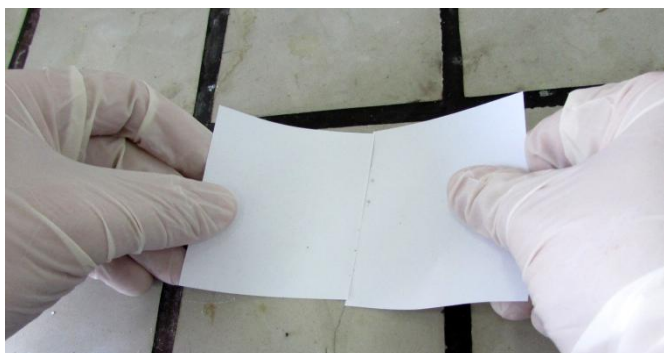
Las gotitas de mercurio que se han caído accidentalmente por la superficie de la campana, o que se hubieran dispersado por el suelo en caso de rotura de un termómetro,

deben ser recogidas con cuidado siguiendo una serie de procedimientos que dependen del tamaño de la gotita<sup>3</sup>.

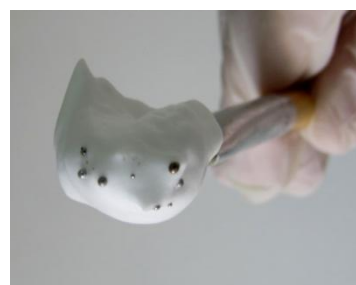
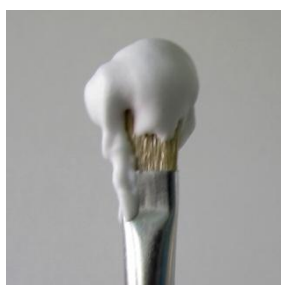
a) Nosotros en su lugar hemos empleado una pipeta Pasteur de plástico, que funciona perfectamente si la gota de mercurio es lo suficientemente grande. Así podemos recoger las gotitas de mercurio y devolverlas a un vial del tamaño adecuado. Para que no se nos quede atrás ninguna, podemos emplear una linterna pequeña y detectar la presencia del mercurio por su brillo.



b) Las de un tamaño menor pueden ser recogidas mediante un par de papeles suficientemente rígidos, aunque realmente hace falta un pulso adecuado para que no se deslicen fuera de la pinza formada con ambos.



c) Las de menor tamaño aún se recogen con un pincel y un poco de espuma de afeitar. El método consiste en recogerlas, bien dando pequeños toques con la espuma, o básicamente barriendo con ella. Así eliminaremos todas las bolitas de mercurio visibles, podemos ayudarnos con una linterna para ello, como ya hemos indicado anteriormente.



En el caso de un termómetro roto o de un derrame, nunca debemos usar para recoger las gotas ni un escobón, ni una aspiradora, porque se dispersarían todavía más

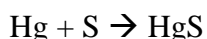
<sup>3</sup> En todo este apartado seguimos el protocolo propuesto por la Agencia Protectora del medio Ambiente de los Estados Unidos:

<https://www.epa.gov/mercury/what-do-if-mercury-thermometer-breaks>

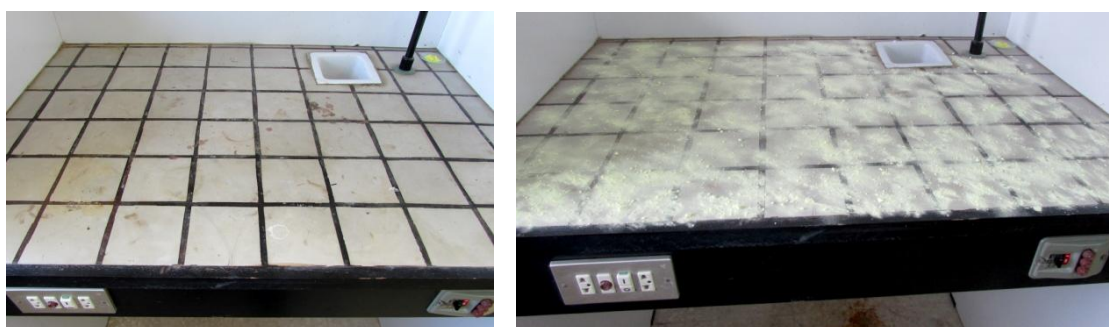
las bolitas del metal hacia los laterales del laboratorio. De la misma manera, hay que intentar no pisar por donde intuimos puedan haber caído las gotas ya que pueden quedar atrapadas en las muescas del dibujo de las suelas y podemos llevarlas a cualquier otro lugar. Igualmente si pensamos que el derrame ha podido caer en la ropa, lo mejor es retirarla e introducirla en una bolsa de seguridad, con cierre adhesivo. Durante todos estos procesos se recomienda abrir las ventanas y airear al máximo la estancia, de manera que los vapores del mercurio derramado no se acumulen en la habitación.

### C) EMPLEAMOS AZUFRE PARA ELIMINAR LAS GOTITAS MENORES

A pesar de nuestros esfuerzos, habrán quedado muchas gotitas minúsculas imperceptibles en el área de trabajo, por lo que conviene emplear un método que permita recogerlas todas o al menos minimizar su evaporación. Para ello emplearemos polvo de azufre, que dispondremos sobre la mesa de la campana de extracción, sin activar la extracción. Conviene una mascarilla de filtro que impida que respiremos el polvo. La reacción entre el azufre y el mercurio, a temperatura ambiente y sin un esfuerzo mecánico para entremezclar ambos elementos, no es total a pesar de producirse, por lo que tras el contacto entre ambas sustancias, todavía habrá algo de mercurio en la campana extractora, aunque en cantidades ya despreciables. La reacción produce el sulfuro de mercurio, un polvo de color negro (es el metacinnabrio, la forma propia del compuesto a baja temperatura)<sup>4</sup>.



De cualquier forma este paso constituye un último esfuerzo por eliminar cualquier resto que haya quedado del mercurio. Lo poco que pueda haber quedado sin reaccionar podrá ser barrido durante la recogida del polvo de azufre, y almacenado convenientemente. Hay que cuidar que en las juntas entre las losas no quede mercurio.



Aquí podemos ver cómo lo hemos hecho en nuestra vieja campana de extracción. Dejamos ahí ese lecho de azufre durante una semana para conseguir que el

<sup>4</sup> López, F.A., et al., Disposal of elemental mercury via sulphur reaction by milling, 1 st International Conference on "Hazardous Waste Management", Chania, Greece, 2008, p.1.

<http://digital.csic.es/bitstream/10261/7692/1/DISPOSAL%20ELEMENTALHg.pdf>

máximo porcentaje de mercurio quede como sulfuro. Después lo hemos recogido con cuidado y lo hemos encerrado en un bote hermético para recuperar el mercurio que haya podido quedar en otro momento.

## LIMPIEZA DEL MERCURIO

El mercurio puede absorber toda una serie de impurezas que van cambiando desde su color hasta sus propiedades mecánicas, ya que presenta mayor dificultad a la hora de fluir y deja de agruparse formando esferas perfectas.



Aquí podemos ver el resultado de haber extraído el mercurio de los barómetros. Es una fotografía realizada desde la boca de un pequeño vaso de precipitados. El contenido presenta un aspecto bronceo a la luz, con un brillo metálico que no deja de ser agradable a la vista.

### a) Empleamos disolventes:

El mercurio es un líquido insoluble e inmiscible tanto para el agua, como para la acetona o el éter, por lo que usaremos esos disolventes para retirar con cada uno de ellos una parte de los contaminantes que pueda contener el metal<sup>5</sup>. En general lo lavamos con agua, con acetona y con éter aunque se pueden usar otros disolventes compatibles con el mercurio. Una vez que se ha lavado bien, para lo cual agitamos repetidamente con una varilla de vidrio, se elimina el disolvente por decantación y se seca el mercurio usando una tira de papel de filtro, que se introduce una y otra vez en el metal.

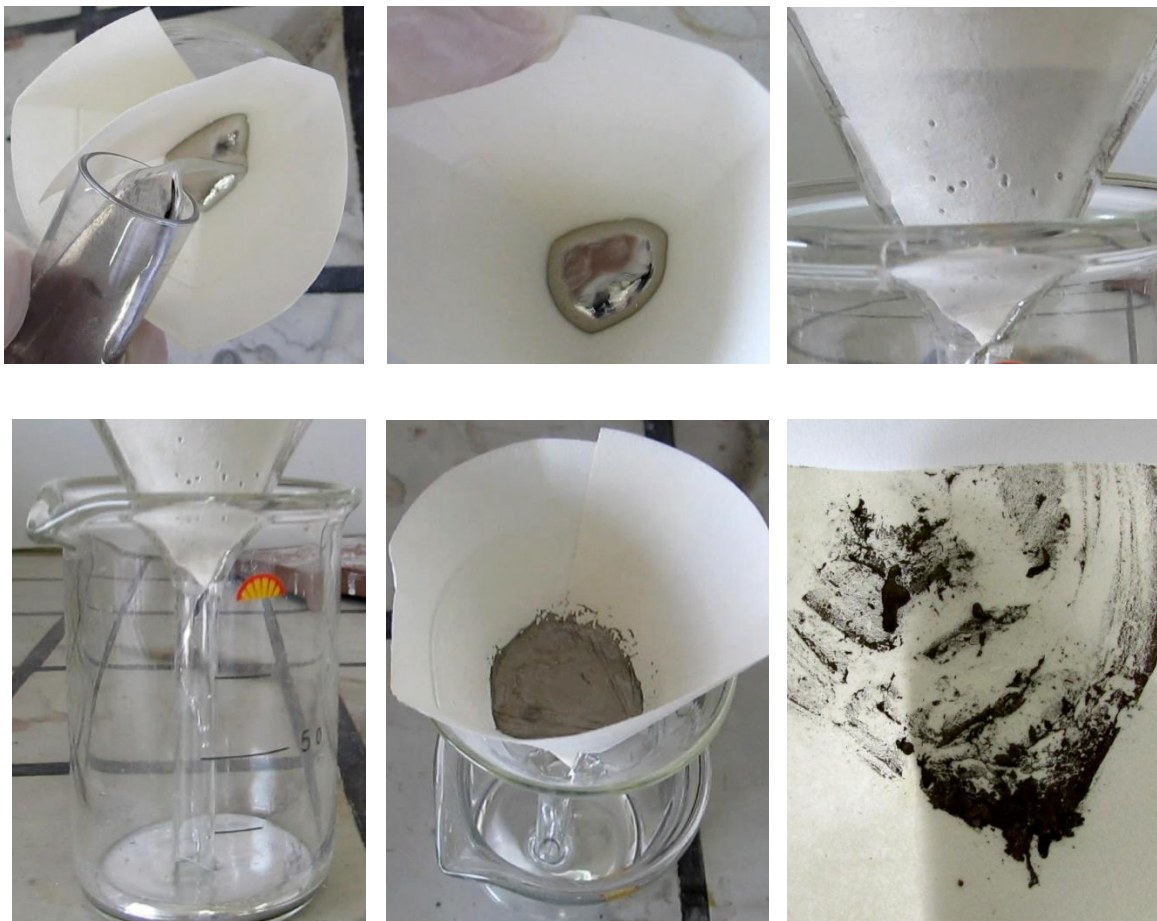


### b) Filtramos en embudo alemán:

Cuando el mercurio está tan sucio como es el que tenemos aquí, el lavado con disolventes no sirve de gran cosa. En la imagen anterior se ve cómo el color de las capas superiores del mercurio permanece aún de aspecto bronceo por lo que tenemos que filtrar en embudo, utilizando papel de filtro, para eliminar esa suciedad.

<sup>5</sup> Para este punto y los siguientes seguimos: Martínez-Troya, D., Química de compuestos organometálicos, Trafford, Victoria, Canadá, 2006, pp. 11 y ss.

Para que el mercurio pueda atravesar el papel de filtro, hay que agujerearlo previamente con una aguja por toda la zona de cierre del cono de filtrado. La suciedad se quedará atrapada en los poros del papel y un hilo de mercurio limpio caerá en el vaso de precipitados lentamente. El resultado es sorprendente por su rendimiento.



En las imágenes se puede apreciar cómo el mercurio queda limpio de impurezas en gran medida. Basta comparar en la penúltima imagen el mercurio antes de filtrar y el que queda abajo, en el vaso de precipitados, perfectamente gris claro. Podemos apreciar la suciedad eliminada en el papel de filtro, con una tonalidad parda.

#### c) Destilación:

En el caso de que se necesite un mercurio muy puro habría que destilarlo. Normalmente el mercurio purísimo se ha destilado tres veces, algo necesario para realizar algunos procedimientos. Nosotros hemos decidido destilar el mercurio de forma minoritaria, porque sólo necesitaríamos pequeñas cantidades.

En principio la destilación de mercurio requiere una serie de destiladores con un sistema de extracción de aire, con el que disminuir la presión interior de los recipientes

y disminuir la temperatura de ebullición del metal, unos  $357^{\circ}\text{C}$ <sup>6</sup>. También hubiésemos podido emplear algún alambique metálico, que se pueda calentar mediante llama de butano, como los que se emplean para la extracción de oro<sup>7</sup>. Sin embargo para la poca cantidad que se requiere en un laboratorio de secundaria, donde el mercurio apenas si se utiliza de manera puntual, vamos a destilar el mercurio de manera que las gotas de destilado permanezcan en la parte alta del matraz de fondo redondo que emplearemos para ello. Como la temperatura que se logra en el matraz no supera apenas la de ebullición, el mercurio no sale del mismo, de hecho entra en reflujo sin siquiera salir por la derivación lateral, donde hemos colocado un refrigerante de reflujo a pesar de resultar innecesario.



Los ajustes y los tapones se han protegido con grasa resistente a la temperatura. Además toda la destilación se ha llevado a cabo en la vitrina de gases, con guantes y con una mascarilla de protección adecuada<sup>8</sup>.

Es fácil seguir las manchas de contaminación sobre la superficie especular del mercurio a medida que comienzan los movimientos provocados por las corrientes de convección en el metal.



<sup>6</sup> Smith, L., Means, J., Recycling and Reuse of Material Found on Superfund Sites, EPA (United States Environmental Protection Agency), Cincinnati, Ohio, 1994, pp. 51 y ss.

<sup>7</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=yOD9jnwRNzE>

<sup>8</sup> Máscara FFA1P2 R D.



Con un poco de paciencia el mercurio entra en ebullición. Sin embargo a medida que asciende vuelve a condensarse y entonces asistimos al bonito espectáculo del reflujo de este tóxico metal. En la parte superior del matraz se forman pequeñas gotitas de mercurio destilado que pueden recogerse fácilmente una vez pasan unos minutos, sin necesidad de agotar toda la cantidad del metal. Si se desea una mayor eficiencia del proceso, basta con envolver el vidrio con papel de aluminio, dejando el mechero de alcohol en su interior (se puede colocar otro mechero de apoyo cerca de la derivación). Un pequeño golpe de vacío, que se puede aplicar desde la boca del refrigerante de reflujo ayudaría a un goteo de mercurio.



Hemos conectado como medida de seguridad adicional un refrigerante de reflujo, al tener en cuenta el aumento de la presión de vapor del mercurio con la temperatura, pero como ya habíamos previsto, no hemos obtenido nada en su extremo.

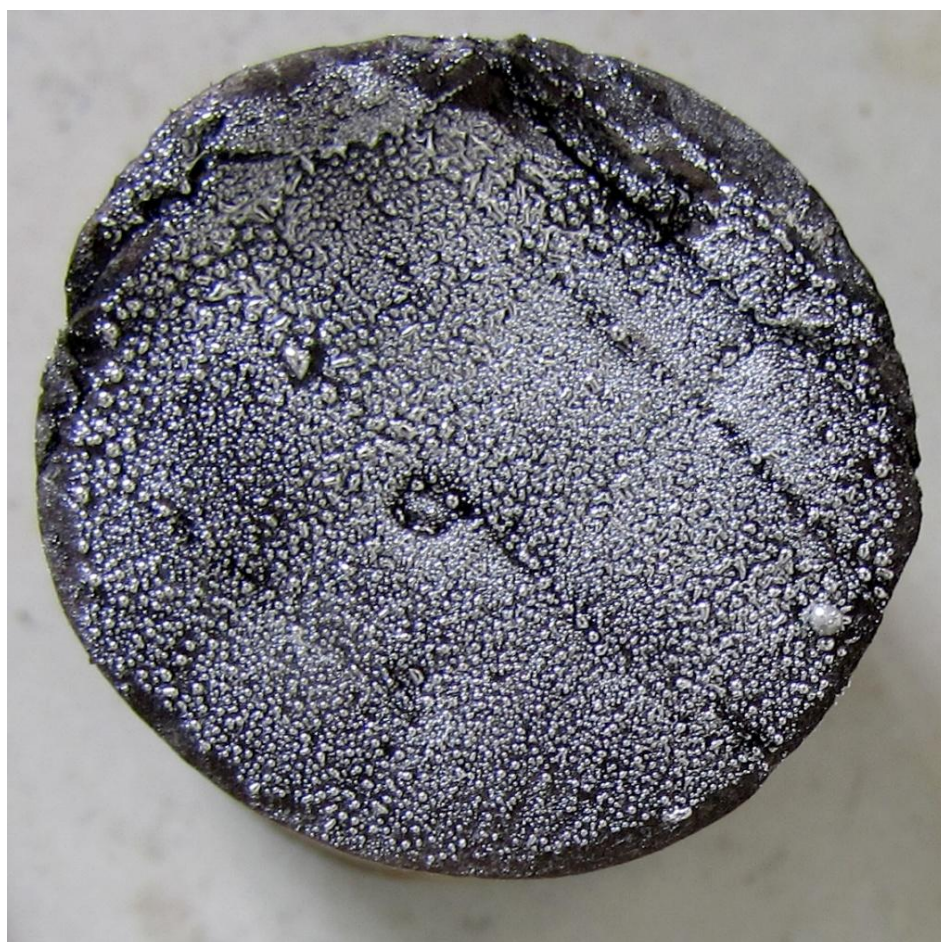


Así logramos obtener mercurio destilado y puro en la parte superior del matraz, así como en la parte inferior del tapón. Es fácil recuperarlo con una espátula pequeña de cuchara.



Se ve perfectamente la línea de altura máxima que alcanza el gas mercurio antes de condensar en gotas. En las paredes del vidrio, cuyo contacto con el exterior lo enfría antes que en el eje interior del tubo, se acumulan las gotas de mercurio destilado y puro.

A causa de la convección vertical, el vapor de mercurio sí alcanza la superficie interior del tapón, donde condensa igualmente puro y fácil de recuperar en forma de multitud de gotas, apto para hacer una amalgama, o un experimento que lo requiera en alto grado de pureza.





Como variante del proceso, podemos realizar la destilación usando un tubo con derivación lateral, que tiene un tramo mucho más corto entre el mercurio y la derivación lateral que encaja en el reflujo. Así el mercurio se puede calentar directamente en la misma salida lateral, facilitando mucho su destilado con goteo. En la imagen hemos apartado el papel de aluminio para apreciar el proceso.

Aquí puede apreciarse cómo pasan las gotas por el tubo de derivación, pero para nada es un proceso adecuado, sin haber dado al menos un golpe de vacío con una bomba



Para limpiar posteriormente el matraz o el tubo con derivación, una vez retirado con una espátula de cuchara el destilado, lo más adecuado es añadir azufre en polvo y agitar hasta que se adhiera por todas las paredes, salpicadas como estaban por una infinidad de gotitas minúsculas de mercurio. Unos cuantos días más tarde se raspa el interior y se confina el azufre con el mercurio en un recipiente hermético.



## CONCLUSIONES

La elevada toxicidad del mercurio obliga a un control cuidadoso de todos aquellos instrumentos que tradicionalmente se han utilizado en los laboratorios de las enseñanzas medias para medir la temperatura o la presión atmosférica. El evidente deterioro de los ajustes de la cubeta de los barómetros aconseja su recuperación para otros usos.

A lo largo de este artículo hemos comprobado cómo sí se puede llevar a cabo este proceso de forma adecuada en un laboratorio de enseñanzas medias, con las medidas de seguridad adecuadas y almacenando posteriormente el mercurio en un recipiente hermético.

No se aconseja la destilación del mercurio salvo que se disponga de un equipo adecuado, algo poco habitual, ya que en general, el mercurio lavado y filtrado se encuentra suficientemente puro como para ser utilizado en la mayoría de las reacciones que podemos llevar a cabo en nuestros laboratorios.

## BIBLIOGRAFÍA

- López, F.A., et al., *Disposal of elemental mercury via sulphur reaction by milling*, 1<sup>st</sup> International Conference on "Hazardous Waste Management", Chaina, Grecia, 2008.
- Martínez-Troya, D., *Química de compuestos organometálicos*, Trafford, Victoria, Canadá, 2006.
- Smith, L., Means, J., *Recycling and Reuse of Material Found on Superfund Sites*, EPA (United States Environmental Protection Agency), Cincinnati, Ohio, 1994.