

c) **Evaporación.** Transfiera el cloruro de metileno (en el que está disuelta la cafeína) por medio de una pipeta Beral a un Matraz Erlenmeyer (pre-pesado) de 25 mL (figura 2). El agente desecante se queda en el tubo de ensayo. Evapore el cloruro de metileno calentando el matraz en un baño de agua caliente (realizar en una campana de extracción, ya que los vapores del disolvente orgánico son tóxicos). No caliente el matraz una vez que se haya evaporado todo el disolvente, ya que puede hacer que toda la cafeína presente se pierda antes de la purificación. Pese el matraz para determinar la cantidad de cafeína cruda obtenida.

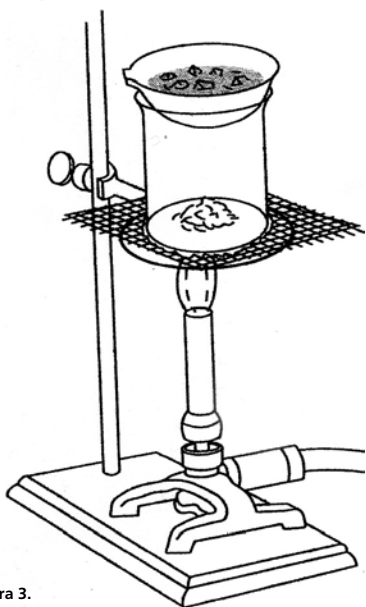


Figura 3.

d) **Sublimación de la cafeína.** La cafeína puede purificarse por sublimación, para ello seque bien el matraz por la parte exterior al retirar del baño y colóquelo sobre una parrilla de calentamiento o sobre un mechero de Bunsen (cuya flama deberá ser muy débil). Coloque un vidrio de reloj con vidrios sobre la boca del matraz y caliente muy lentamente hasta que toda la cafeína se haya sublimado y depositado en forma de cristales sobre la superficie fría del vidrio de reloj (figura 3).

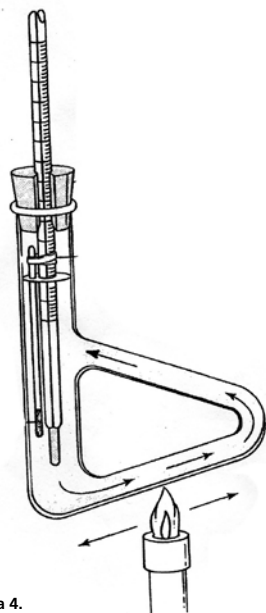


Figura 4.

e) **Determinación del punto de fusión:** Utilice el método de tubo capilar (figura 4) para determinar el punto de fusión de la cafeína (usar un baño de Nujol, ya que agua y glicerina están por debajo de lo requerido), o utilice el aparato de Fisher. La sustancia pura tiene un punto de fusión de 236° C, pero la obtenida por este método será algo menor, ya que no está totalmente pura.

IV. Bibliografía

- Kiple y Ornelas, *The History of Food*, Cambridge University Press, EUA, 2000.
- Pavía , Kurtz, et.al., *Organic Laboratory Techniques*, Saunders College Publishing, EUA, 1998.

Esperamos sus comentarios y sugerencias, que pueden hacer con atención a: Rosa María Catalá, al teléfono 56 22 72 97, fax 54 24 01 38, correo electrónico comoves@universum.unam.mx

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.



Los secretos del café

De Gertrudis Uruchurtu
(No. 69, p. 16)

Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, de modo que se adapte a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso "broche de oro" para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

I. Relación con los temarios del bachillerato UNAM

Esta guía pueden utilizarla los maestros de química y ciencias de la salud de forma directa, y de biología, historia o economía de forma indirecta, ya que el cultivo y el consumo de café en el mundo se relacionan con numerosos aspectos culturales y socioeconómicos, sobre todo en países en desarrollo.

II. Más información

El café: una necesidad de consumo

De origen lujoso y exclusivo de clases acomodadas, el café se ha vuelto un artículo de canasta básica, tanto para el productor como el consumidor y, en términos de valor, es uno de los productos agrícolas de comercio internacional más importantes. También ha sido un cultivo

contradictorio y controversial, uniendo lo religioso con lo secular, lo arcaico con lo burgués, al iletrado y al intelectual, a esclavos y hombres libres, a trabajadores y empresarios.

Los principales consumidores de café son los estadounidenses, aunque su difusión está aumentando en varios países de Europa. En otras partes del mundo su popularidad es mucho menor, pero ha ido creciendo en los últimos años; tal es el caso de nuestro país, que ha incrementado sustancialmente su consumo con la aparición de franquicias dedicadas a su venta al público. Tomar café "está de moda", y la juventud representa un mercado importante en constante adhesión.

En todo el mundo se consumieron unos 380 mil millones de tazas de café en 1991, lo cual equivale a que cada persona se hubiera tomado 76 tazas a lo largo de ese año. Claramente, la bebida exótica proveniente de Etiopía y cuya antigüedad ya casi alcanza un milenio ha asumido una posición de importancia global.

Las xantinas: una familia muy especial

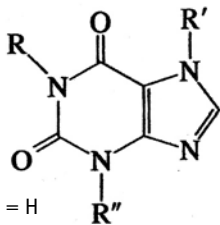
La cafeína, como se menciona en el artículo de referencia, es la sustancia activa que hace tan valioso al café para los humanos. La cafeína es un alcaloide, una clase de compuestos naturales que contienen nitrógeno y presentan las propiedades de las aminas, es decir, son compuestos orgánicos

con propiedades básicas (alcaloide viene de álcali=base). El café no es la única planta que la presenta, ya que también se encuentra en las nueces de cola, las hojas de mate, las semillas de guaraná y, en pequeñas cantidades, en la cocoa. El alcaloide puro fue aislado por primera vez en 1821 por el químico francés Pierre Jean Robiquet.

A su vez, la cafeína corresponde a una subclase de aminas conocidas como xantinas. Las xantinas, que se consumen en bebidas percoladas, son posiblemente los estimulantes más antiguos que se conocen. Todas ellas (xantina, cafeína, teofilina y teobromina) estimulan el sistema nervioso central y los músculos que mueven el esqueleto (véase figura 1). Esta estimulación resulta en un incremento del estado de alerta, la pérdida de sueño y una mayor claridad mental. La cafeína es la xantina más potente y por eso se utiliza como principal componente de las tabletas "para mantenerse despierto". La teobromina (presente en el chocolate) tiene menor efecto sobre el sistema nervioso central, pero funciona como un magnífico diurético y es utilizada para tratar pacientes con problemas severos de retención urinaria. La teofilina, xantina que sigue en potencia a la cafeína y se encuentra en el té negro, es un importante estimulante miocárdico (del músculo



Figura 1.



Xantinas

Xantina $R = R' = R'' = H$

Cafeína $R = R' = R'' = CH_3$

Teofilina $R = R'' = CH_3, R' = H$

Teobromina $R = H, R' = R'' = CH_3$

cardíaco) y dilata (relaja) la arteria coronaria que provee de sangre al corazón. Uno de sus usos más importantes es en el tratamiento del asma bronquial, ya que tiene propiedades broncodilatadoras (relaja los bronquiolos de los pulmones). Debido a que es un vasodilatador, también se usa en el tratamiento de dolores de cabeza debidos a hipertensión y para aliviar y reducir la frecuencia de ataques de angina de pecho (dolores severos en el pecho). Además es un diurético más efectivo que la teobromina.

Se puede desarrollar tolerancia y dependencia a las xantinas, particularmente a la cafeína. La dependencia es real, y un usuario frecuente (que tome más de cinco tazas de café al día) experimentará letargo, dolor de cabeza y tal vez náusea después de 18 horas de abstinencia.

Un consumo excesivo de cafeína puede llevar a estados de inquietud, ansiedad, irritabilidad, insomnio y temblor muscular. La cafeína puede ser tóxica, pero para alcanzar la dosis letal habría que tomar aproximadamente 100 tazas de café en un periodo no superior a las 48 horas, algo que resulta prácticamente imposible.

III. Experimento: extracción de cafeína a partir de hojas de té

La cafeína no existe sola en este producto y al separarla no se alcanza una pureza total. El principal constituyente de las hojas de té es la celulosa, el material estructural de la planta. La celulosa es un polímero de la glucosa y como es prácticamente insoluble en agua, no presenta problemas para la extracción de cafeína. La cafeína sí es soluble en agua y representa alrededor del 5% en peso de las plantas de té.

En el té negro existen además otras sustancias conocidas como taninos, que también se

disuelven en agua caliente. El término tanino no se refiere a un solo compuesto sino a una clase de sustancias que consisten de compuestos fenólicos de alto peso molecular. Se utilizan normalmente para teñir piel o cuero y para precipitar alcaloides y proteínas a partir de disoluciones acuosas.

Si bien la cafeína es soluble en agua, es mucho más soluble en un disolvente orgánico: el cloruro de metileno, un disolvente no polar. La cafeína puede extraerse de una disolución básica de té con este disolvente, mientras que los taninos, de carácter más polar, permanecen en disolución acuosa.

El color café del té negro se debe a pigmentos de tipo flavonoide, clorofilas y sus productos respectivos de oxidación. Las clorofilas son solubles en cloruro de metileno, pero muchas otras sustancias presentes en el té no lo son, por lo que puede garantizarse una buena extracción de cafeína. El disolvente orgánico se elimina por evaporación a muy baja temperatura (40°), para dar cafeína cruda, y posteriormente esta cafeína se purifica por sublimación.

Experimento

(Se requiere de algunos equipos y sustancias especiales)

a) **Preparación de la disolución de té.** Coloque 20 mL de agua destilada en un matraz de 50 mL. Cubra con un vidrio de reloj y caliente el agua en una parrilla hasta que llegue casi a ebullición. Sumerja una bolsita de té en el agua caliente de manera que quede completamente cubierta. Vuelva a tapar con el vidrio de reloj y a calentar por otros 15 minutos. Mantenga las hojas de té todo el tiempo cubiertas por el agua. A medida que el agua se evapora, reemplácela agregando el



volumen perdido por medio de una pipeta Beral o un gotero.

b) Extracción y centrifugación.

Divida la disolución concentrada de té en dos tubos de centrifuga (procure que el volumen en ambos sea equivalente). Agregue 0.5 de carbonato de sodio y agite hasta que el sólido se haya disuelto. Para realizar la extracción de la cafeína agregue a cada tubo 3 mL de cloruro de metileno; ponga la tapa en los tubos de centrifuga y agite bien. Es probable que se forme una emulsión entre los dos líquidos. En este caso, centrifugue por dos minutos o los que sean necesarios para que el agua y el disolvente

orgánico se separen en dos capas bien diferenciadas. Separe la capa orgánica por medio de una pipeta Beral o Pasteur y transfírela a un tubo de ensayo. Trate de que la capa de cloruro de metileno esté bien limpia y separada de la fracción acuosa café. Para secar la fracción orgánica, agregue una pequeña cantidad de sulfato de sodio anhidro y agite suavemente. Deje reposar entre 10 y 15 minutos.



Figura 2.