

La química de la cosmética

Rafaela Verdú y Miguel Angel Oliver

con la colaboración de los alumnos

**Natividad Pacheco, Salvador Lozano,
Francisco J. Gandía, Ana Belén Yañez**

IES José Marhuenda Prats, Pinoso

Introducción

Acercar los conocimientos de la química a nuestros alumnos es uno de los objetivos que como profesionales de la enseñanza tenemos. Si además conseguimos que estos conocimientos estén relacionados con aspectos de su vida cotidiana, que de una idea no academicista de la ciencia, tanto mejor. Por ello, cuando un grupo de profesores nos enfrentamos a la necesidad de preparar alguna actividad novedosa, que no entre dentro del currículum, lo que nos deja un mayor margen de manobra a la hora de elegir que hacer y como hacerlo, y que sea capaz de competir frente a otras actividades lúdicas, la tarea no se presenta fácil. Tal vez sea el hecho de que nos gusta que nuestros alumnos no sólo se lo pasen bien sino que además aprendan, lo que nos hace elegir unas actividades y no otras. Con estos objetivos empezamos a programar, un año más actividades para la semana cultural del centro.

En el campo de la química son muchas las cosas y cuestiones que son susceptibles de ser estudiadas y que pueden resultar llamativas e interesantes, y tal vez el éxito de determinados programas y libros basados recetas caseras, nos llevo a plantear que hay de científico detrás de los mismos.

La cosmética es un campo que mueve grandes capitales en la industria. La mayoría de las casas de moda viven y se financia con lo que obtienen de las marcas dedicadas a la cosmética y los perfumes. Nuestros alumnos y nosotros mismos somos consumidores de ellos. ¿Qué hay de verdad y de mentira en la publicidad? ¿Qué procesos químicos tienen lugar en la fabricación de productos cosméticos? ¿Cómo puede sernos útil el interés del alumnado en este tema para trabajar los contenidos de química?

Objetivos a conseguir

Los objetivos de la enseñanza secundaria establecen la conveniencia de potenciar el conocimiento científico-tecnológico. La demanda social, el entorno social, los conocimientos actuales, son algunos de los motores que impulsan estos conocimientos. La asignatura de Física y Química contribuye a conseguir este conocimiento. Dentro de estas materias adquiere una importante relevancia las técnicas de laboratorio Por tanto el conocimiento de estas técnicas, fundamentales, establece la base para lo que se podría denominar una cultura científica y sirve de apoyo a conocimientos teóricos.

Llamar la atención de los alumnos puede ser uno de los objetivos del taller y si además conseguimos que aprendan algunos contenidos (conceptos, procedimientos y actitudes) de química será mucho mejor. Así, con la preparación de determinados

productos cosméticos vamos a trabajar conceptos como, mezcla, disolución, emulsión, gel, pH, hidratante, etc. , procedimientos como métodos de separación de sustancias, preparación de disoluciones, determinación de masas y volúmenes, etc. y actitudes como la valoración de la importancia de la química en nuestras vidas, uso racional de los compuestos químicos, cuidado y orden en el trabajo del laboratorio, etc. Se trata de tomar conciencia de las múltiples relaciones ciencia/tecnología/sociedad en sus aspectos social, económico e histórico.

¿Cómo enfocar la química de la cosmética?

Cómo integrar la química de la cosmética en nuestra asignatura dependerá de cuales sean nuestros objetivos o de la actividad a realizar. Como señalan algunos autores (Barral et Al., 1988; Corominas,1995) este puede variar desde un análisis de la composición de algunos cosméticos a plantear la necesidad de que características debería tener un de terminado producto, a un planteamiento más como pequeña investigación (Calatayud et al , 1978) o simplemente puede reducirse a preparar determinados productos.

En nuestro caso, la actividad la programamos dentro de la semana cultural, con el objetivo fundamental de acercar la química a todos el alumnado. Además el reto de disponer de un determinado tiempo, en general unas 2 horas, condiciona la forma de plantear esta actividad. Si a todo esto unimos al hecho de que la mayoría del alumnado no tiene conocimientos previos de química, algunos de los asistentes eran alumnado de 1º y 2º de ESO, lleva a centrar la actividad a la obtención de algunos productos cosméticos, aunque en la asignatura de Técnicas de laboratorio y en las prácticas de química de algunos cursos hemos programado distintas actividades relacionadas con este apartado como pequeñas investigaciones.

Otro de los problemas es elegir que productos de cosmética elaborar. Por un lado hemos tenido en cuenta aquellos que resultan más fáciles de preparar, por otro, los que necesitan un menor número de sustancias o éstas eran asequibles, sin olvidar que debían ser productos que resultaran atractivos para la mayoría del alumnado.

Casi todos nosotros hemos planteado la fabricación del jabón en clase, como una reacción química característica y de gran importancia social e industrial. Nosotros quisimos trabajar las distintas formas de hacerlo por ello planteamos la realización de jabón casero (en algún caso recabando información de cómo lo hacían en las casas de los alumnos), jabón de tocador (con glicerina, o con miel), de modo que los alumnos pudieron

apreciar los distintos resultados (color, textura, etc.) según el procedimiento seguido.

Principales productos

El taller lo dividimos en distintos apartados: fabricación de jabón, productos de higiene, fabricación de cremas y lociones y de perfumes.

La mayoría de los alumnos piensan que el aceite, o en general una grasa, y el agua no se pueden mezclar, ya que en su experiencia cotidiana el aceite “flota” sobre el agua. Sin embargo, la mayoría de los productos de perfumería y cosmética son disoluciones y emulsiones de aceites o grasas en agua, salvo en algún caso como el jabón donde existe una verdadera reacción química.

Fundamentalmente se ha trabajado los aspectos procedimentales: determinación de volúmenes, masas, preparar disoluciones, calentar al baño María, separar aceites esenciales, medidas indirectas de volúmenes. Por ejemplo para preparar un perfume necesitamos un determinado volumen de aceite esencial, pero como éste es muy pequeño, plantemos la necesidad de medir el volumen de una gota del mismo y así poder medir el volumen calculando el número de gotas de aceite esencial. Previamente se había calculado la cantidad de aceite esencial necesaria a partir de la información de su concentración en %.

Por último comentar que mientras que para los alumnos de cursos superiores no fue necesario tomar muchas precauciones, si lo era en el taller de los alumnos del primer ciclo. En este caso, como en esta comunicación, contábamos con la ayuda prestada por alumnas y alumnos de 2º BAC.

En el anexo adjunto se exponen algunos de los productos elaborados y como hacerlo. En la bibliografía adjunta se puede encontrar más información sobre este tema (Barral et Al., 1988; Formoso, 1992; Hiscox, G. y Hopkins, A., 1999).

Anexo: Productos Preparados

A continuación damos algunos de los productos que se prepararon en el laboratorio con los comentarios que se le proporcionaron al alumnado.

Jabón

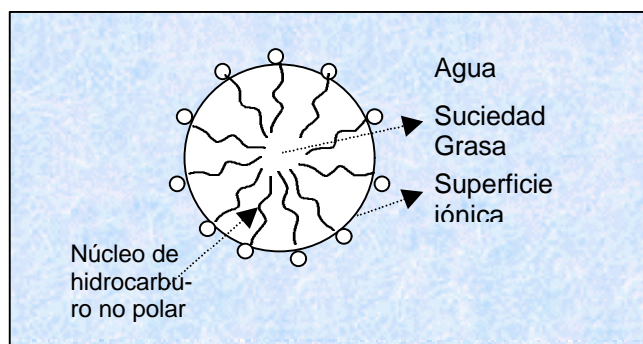
La preparación de jabón es una de las más antiguas reacciones químicas de las que se tienen constancia, junto con la fermentación y las aleaciones. Su fabricación era conocida por los griegos y romanos, se ha encontrado los restos de una fabrica de jabón en las ruinas de Pompeya, quienes seguramente lo usaron como cosmético. Durante mucho tiempo fue una labor artesanal que se realizaba en las casas en las que se emplea-

ban como materias primas las cenizas vegetales y grasas animales o vegetales. En la segunda mitad del siglo XIX se produjo el desarrollo de la industria del jabón. El proceso industrial difiere poco del casero, las cenizas se sustituyen por hidróxido de sodio aunque también suele usarse el hidróxido de potasio. La combinación de uno u otro hidróxido con diferentes grasas como puede ser sebo, aceite de oliva, de palma, de coco, etc., producen diferentes tipos de jabones a los que se pueden adicionar, según el uso al que se destinen, colorantes, perfumes, emolientes, desinfectantes, etc. La reacción entre una grasa y un álcali – conocida por reacción de saponificación- produce además de jabón, glicerina que también se aprovecha:



¿Cómo lava un jabón?

La limpieza es eliminar los aceites y grasas de la ropa o de la propia piel. Hay diversas formas de eliminar el aceite y la suciedad disolviéndolos, pero el agua sola no los disuelve. La polaridad de las moléculas de agua da lugar a la formación de puentes de hidrógeno entre los hidrógenos de las moléculas cercanas, formando cúmulos. Las moléculas no polares de aceite se atraen unas a otras en menor grado. Por ello las moléculas de los aceites no se disuelven fácilmente en agua. Los limpiadores, jabones y detergentes son en un extremo de su estructura polar y en el otro no polar. Así, por ejemplo, la larga cadena del hidrocarburo de estearato de sodio es atraído por el agua y el aceite. Las largas y delgadas moléculas se agrupan alrededor de la gotita de aceite, con sus extremos insolubles en agua orientados hacia dentro y sus extremos cargados orientados hacia el agua. Las gotitas que contiene el aceite pasa a la disolución del lavado y se elimina al enjuagar.



Fabricación de un jabón

A continuación se propone elaborar un jabón sódico, usando como grasa el aceite de oliva. Esta experiencia permitirá comprender las etapas que se siguen en la obtención del jabón.

Poner 20 cm³ de aceite de oliva en el vaso de 100 cm³, añade 12 cm³ de etanol y 20 cm³ de disolución de hidróxido de sodio. Colocar el vaso de 100 cm³ dentro del vaso de 250 cm³ (sin que se toquen las paredes) y añadir agua al último hasta cubrir el nivel de la mezcla (baño María). Calentar el agua del baño suavemente, agitando fuertemente el contenido para que se emulsionen los componentes. Si el vaso se llena de espuma, retíralo del fuego unos momentos hasta que descienda ésta. Continuar calentando unos 30 minutos, añadiendo un poco de agua, si la mezcla se pone muy dura. El jabón está en su punto si al echar una gota de la mezcla en un poco de agua se produce espuma. Pasar el jabón formado a un vaso de precipitados de 250 cm³ mientras aún está caliente y añade unos 20 cm³ de agua también caliente saturada de cloruro de sodio. Agita la mezcla fuertemente y deja reposar toda una noche. Este proceso se llama "salado". La capa superior sólida que se ha formado es el jabón. Si se quiere mejorar su calidad repetir el proceso de salado.

¿Por qué motivo se añade etanol a la mezcla de aceite y sosa?
¿Para qué añadir cloruro de sodio una vez formado el jabón?
¿Qué sustancias quedan en el residuo líquido una vez separado el jabón?

Otros jabones se fabrican utilizando diferentes grasas y álcalis. Buscar información de las diferentes propiedades de estos jabones. ¿Qué otros ingredientes se pueden añadir al jabón?
¿Con qué fines?

El jabón obtenido ¿tiene aún restos de álcali? ¿Cómo se puede probar? ¿Se puede usar para lavar las manos?

¿Cómo se obtienen los perfumes?

Un perfume es el resultado de la mezcla de muchas sustancias olorosas. Ningún perfume tiene menos de 20 o 30 componentes y algunos llegan hasta 100. Estos componentes, como hemos dicho, se obtienen de las plantas o animales, de productos aislados de materiales naturales o bien de forma sintética.

Productos vegetales

Los más importantes son los que hemos llamado aceites esenciales, sustancias volátiles extraídas de flores, frutos, hojas o madera: lavanda, rosa, naranja, bergamota, sándalo, cedro, pino ... El olor de las flores y las plantas, de la madera, etc. son debido a unas sustancias que se denominan aceites esenciales

o esencias. Estas esencias son insolubles en agua, y su punto de ebullición es mayor que el del agua (alrededor de 200 °C). Los aceites esenciales están en forma de pequeñas gotas dentro de las células. Según cual sea su procedencia da lugar a los distintos tipos de perfumes, florales, cítricos, maderas, etc.

Estos aceites vegetales se obtienen por distintos métodos como destilación, extracción por solvente, la maceración ...

En la destilación se hace pasar vapor a través del material arrastrando el aceite esencial. La mezcla gaseosa de agua y aceite se enfría y se condensa, separándose posteriormente ambos componentes ya que son no miscibles, el aceite es insoluble en agua. Si hervimos agua con una planta aromática, como por ejemplo la lavanda o el romero, el vapor de agua que se desprende de ella arrastra una cantidad muy pequeña de aceite esencial (que hierve a temperatura superior), pero si la ebullición dura mucho, poco a poco arrastra toda la sustancia.

Si enfriamos el vapor de ebullición (destilación) obtendremos una mezcla de agua y una pequeña cantidad de aceite esencial que, al ser insoluble en agua, es posible separar.

De este modo se obtiene en la industria las esencias de lavanda y romero que, mezcladas con alcohol, sirven para hacer el agua de colonia (entre un 2 al 4% de esencia), el agua de perfume (8%) y el perfume (20%). Otras esencias se utilizan en la industria farmacéutica o de la alimentación como el eucalipto o la menta.

Las plantas más delicadas cuyo perfume se destruye por destilación, son sometidas a la extracción por solventes en la que el aceite esencial junto a ceras y otros materiales se disuelven con un disolvente derivado del petróleo. A partir de esta mezcla, conocida como concreto, el aceite esencial se separa por medio de un segundo disolvente, como puede ser el alcohol, dando el llamado absoluto.

En el sur de Francia, el enfleurage es el método tradicional para la extracción del aceite esencial del jazmín, uno de los más delicados, y el nardo. Los pétalos de las flores se depositan sobre una capa de grasa y a las 24 horas los aceites se separan de la grasa con alcohol.

En la maceración el vegetal se sumerge en aceite o grasa a la temperatura de 60 o 70°C. El calor rompe las células vegetales y los aceites esenciales son absorbidos por la grasa. Los restos sólidos se separan y el proceso se repite hasta que la grasa está saturada de aceites esenciales, en ese momento se procede a extraerlos por medio de disolventes. Excepto el jazmín y

el nardo, por este procedimiento se pueden tratar todas las flores, las hojas y las partes duras.

La expresión es el método usado para la piel de los cítricos y consiste en someterlos a presión en frío.

Productos animales

El número de productos de origen animal que se usan en perfumería de origen animal es pequeño, y los más importantes son: la civeta (sustancia amizclada obtenida de la civeta, especie de gato), el ámbar gris (obtenido del esperma de la ballena), el almizcle (de la cabra amizclera) y el castoreum procedente del castor). Estos valiosos productos se encuentran en los perfumes más caros, porque se evaporan muy lentamente y permiten la fijación de otros olores.

Productos aromáticos aislados de mezclas naturales

Son productos aislados de los aceites esenciales y usados como ingredientes de perfumería. Entre ellos se encuentran el geraniol, la citronela, la palmarosa, el citral, el lemongrass, etc.

Productos aromáticos de síntesis

Otros productos químicos, componentes de los perfumes, son desconocidos en el mundo animal y vegetal y se han obtenido de forma sintética en los laboratorios. Este hecho ha supuesto una gran reducción en el costo de las materias primas y ha puesto los buenos perfumes al alcance de un sector de público mucho más amplio. Muchos perfumes actuales están compuestos principalmente por productos sintéticos como el ciclamen, ingrediente floral, el almizcle artificial o almizcle ambreta, el citronelol, el geraniol, etc.

¿Cómo se elabora el perfume?

Con todos estos productos, alrededor de 300 naturales y unos 2500 sintéticos, un perfumista puede obtener más de 1000 productos cuando tenga que crear un nuevo perfume, de los que deberá hacer una selección adecuada. Los olores identificables se denominan notas. El perfume final tendrá notas de cabeza, intermedias y de fondo. Las notas de cabeza constituyen el olor inmediato y son el resultado de del uso de los compuestos más volátiles; las notas intermedias son más fuertes y las que caracterizan un perfume y por último, las notas de fondo se evaporan lentamente y son componentes fijadores, como almizcle y resinas. Un perfumista debe estar dotado de una nariz prodigiosa capaz de distinguir tal cantidad de notas diferentes y además no puede ser tan creativo como quiera pues debe tener en cuenta la compatibilidad entre los distintos productos así como su mezcla con otros como por ejemplo jabones, geles, champús etc.

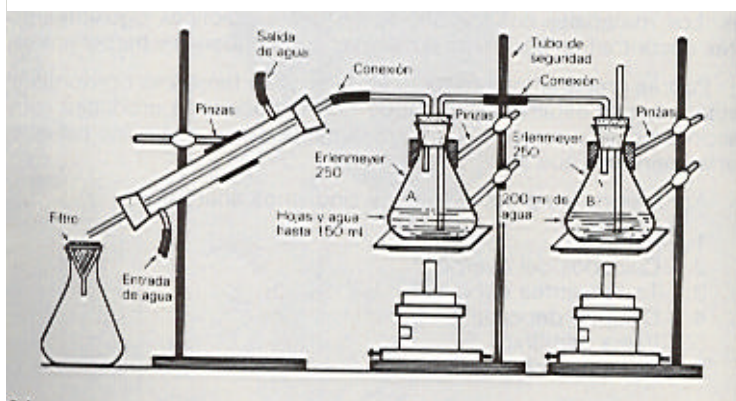
Obtención de un aceite esencial

El olor de flores y plantas aromáticas es obtenido a que los aceites esenciales o esencias son insolubles en agua, aunque comunican a esta su olor y su sabor, y menos volátiles que ésta (punto de ebullición superior a 200°C). Están en forma de pequeñas gotas dentro de las células.

Si hervimos agua con una planta aromática, el vapor de agua que se desprende arrastra una cantidad muy pequeña de aceite esencial, pero si la ebullición dura mucho tiempo, poco a poco arrastra toda la esencia.

Si enfriamos el vapor de la ebullición (destilación) obtendremos una mezcla de agua y una pequeña cantidad de aceite esencial que, al ser insoluble en agua, es posible separar.

Así, por ejemplo, se obtienen en la industria las esencias de lavanda y de romero que, mezcladas con alcohol, sirven para hacer agua de colonia y perfumes, y la esencia de eucalipto, utilizada en la farmacia.



Obtención de un aceite esencial

Se realiza el montaje de la figura. Se corta y tritura en un mortero las hojas o flores escogidas, con un poco de agua. Se llena el matraz con esta mezcla y unos 150 ml de agua. En otro matraz se coloca unos 200 ml de agua. Se enciende el fuego bajo los dos matraces, pero cuando el primero empieza a hervir se apaga y se deja sólo encendido el del agua. El líquido destilará sobre un embudo que contiene un filtro cónico mojado con agua. De esta forma pasará el agua por el filtro y el aceite esencial quedará retenido en él. Posteriormente se pasa esta esencia a un tubo de ensayo.

Obtención de agua de rosas

Las aguas aromáticas no son perfumes propiamente dichos, sino líquidos de olor agradable que sirven de base para elaborar otros perfumes, en particular las aguas de colonia. Suavizan la acción del alcohol y a al mismo tiempo, dan una agradable sensación de frescor.

Para obtener agua de rosas: Mezcla en el mortero la esencia de agua de rosas (1ml) y carbonato de calcio (2,5 g) y carbonato de magnesio (5 g), ambos en polvo. Esta mezcla se diluye en agua destilada hasta un volumen de 1 litro. Dejar reposar la mezcla durante unos días y después filtrar.



¿Sabes por qué las esencias y las aguas aromáticas se envasan en recipientes de vidrio opacos y se mantienen en lugares frescos y poco accesibles a la luz? ¿Para qué usamos los carbonatos de calcio y de magnesio?

Elaboración de un perfume de especias

Tomamos un frasco pequeño con tapa y colocamos en él la mitad de alcohol y unos 15 clavos de especia. Se tapa y se deja reposar durante al menos 7 días. Posteriormente tomar un poco y ponerlo en la muñeca y oler.

¿Qué función tiene el alcohol? ¿Por qué olemos a clavo?

Tratamientos para el cuerpo

Jabón de tocador

Se pone 200 cm³ de agua en un recipiente que pueda ponerse al fuego (cazo pequeño). Se introduce **lentamente** en el agua 2 cucharadas soperas de hidróxido sódico (o sosa cáustica) (NaOH), removiendo hasta que se disuelva.

Se calienta a fuego lento 500 cm³ de aceite de oliva, 100 cm³ de aceite de coco y 2 cucharaditas de café de glicerina o de miel (según nuestro gusto) hasta que se disuelven.

Cuando la solución de sosa está templada se vierte sobre los aceites sin dejar de remover hasta que la mezcla adquiera espesor (un cuarto de hora para estas cantidades). Si se solidifica debe calentarse al baño María y removerla hasta que adquiera la consistencia necesaria para poder verterla.

Se vierte la mezcla en los recipientes. Se ponen los moldes en una bandeja de cartón. Se envuelve con una toalla o paño de lana y se deja reposar en un lugar cálido y seco hasta que solidifique.

Cuando el jabón esta sólido se retira de los moldes y se envuelve en papel impermeable a la grasa y conservarlas hasta que se endurezcan.

¿Por qué se debe calentar la disolución de sosa cáustica?
¿Qué reacción ha tenido lugar?

Crema hidratante y nutritiva

Bate una clara de huevo a punto de nieve y mezclarla con 2 cucharadas de miel y unas gotas de aceite de almendra. Remover y guardar en un recipiente.

Loción hidratante de agua de rosas

Se mezclan en una botella 4 cucharadas soperas de glicerina y 3 de agua de rosas. Agitar en el momento de usarla. ¿En los procesos anteriores por qué se hidrata la piel?

Loción de glicerina al agua de rosas

Loción especial para las manos reseca. En este caso se mezcla una parte de glicerina con 3 de agua de rosas. Del mismo modo se debe agitar antes de usar.

Crema de manos

Se puede fabricar una crema de manos básica con una emulsión de lanolina, vaselina y agua en una proporción en volumen de 2:3:2 respectivamente. Se le puede añadir un poco de algún perfume. Se mezcla sin dejar de remover hasta conseguir la crema dentro de un recipiente al baño María o con agua caliente a una temperatura superior a 50 °C.

¿Por qué una crema es buena? ¿Qué ocurre al aumentar la cantidad de agua? ¿Qué pasa si usamos menos lanolina? ¿Qué pasa si usamos menos vaselina?

Tratamiento del cutis

Leche limpiadora de almendras

Se usa para limpiar la piel cuando no se quiere usar jabón.

Se derrite lentamente la cera (15g) con el aceite de almendras (150 ml) al baño María. Por otra parte se calienta el agua destilada (130ml) y se le añade bórax (0'4g) procurando que no forma grumos. Se mezclan la solución de bórax con la de aceite y se aparta del fuego removiendo hasta que se enfríe.

¿Cómo es posible que el agua y el aceite no se separen? ¿cómo se llama la mezcla que hemos preparado?

Leche limpiadora de yogur y limón

En casa solemos tener yogures y limones, que además de ser productos comestibles, también se pueden emplear para limpiar el cutis de restos de maquillaje.

Mezcla una cucharada de yogur con jugo de limón (1 cucharada pequeña), y ya puedes aplicarla a la cara con un algodón.

Cuidado del cabello

Champú de huevo y naranja

Bate una yema de huevo con una cucharada de zumo de naranja, y posteriormente lo mezclas con la infusión de saponaria (250 ml). Esta hierba se encuentra en las herboristerías.

¿Qué es el pH de un champú? Nuestros cabellos están formados por largas cadenas de proteínas unidas entre sí por distintos tipos de enlace que ven afectados por el pH de los champús que utilizamos. El pH natural de un cabello sano y fuerte está entre 4 y 5, ligeramente ácido, y éste debería ser el pH de un champú. Pero los champús corrientes son alcalinos, por lo que los cabellos se vuelven quebradizos y se elimina excеси-

vamente la capa de sebo protector. Este sebo evita la deshidratación del cabello y la proliferación de gérmenes patógenos. Actualmente los champús de pH equilibrados contienen ácido cítrico y con el mismo fin nuestras abuelas solían enjuagarse el cabello, después de lavarlo, con agua de limón o de vinagre.

Limpieza de los dientes

Pasta dentífrica

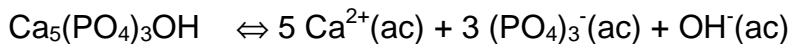
Para limpiarse los dientes, los antiguos griegos y romanos utilizaban, entre otros, piedra pómez, huesos pulidos, conchas de ostras y cáscaras de huevo, combinados con mirra u otras sustancias que actuaban de astringentes. Los dentífricos modernos, con sus sabores refrescantes, conservan las funciones de las antiguas pastas, pero a ellas se le agregan detergentes para reforzar la limpieza y agentes terapéuticos que preservan la salud de dientes y encías.

Los abrasivos siguen siendo los componentes mayoritarios de los dentífricos. La mayoría de las pastas actuales contienen partículas de sílice hidratada. Pueden contener también carbonato cálcico u otros compuestos. El dentífrico debe ser lo suficiente abrasivo para facilitar la remoción de las manchas y la placa dental sin dañar las piezas.

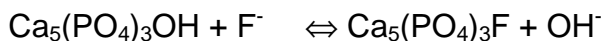
El detergente que contienen suele ser lauril sulfato sódico, reblandece los restos de comida facilitando su limpieza.

Los agentes terapéuticos son los fluoruros. ¿Cuál es su función? ¿Es necesario su uso para la limpieza? Mantener sanos los dientes y los tejidos blandos de la cavidad bucal. Los ácidos que producen las bacterias de la boca disuelven el esmalte y provocan la caries. Los fluoruros favorecen la mineralización de los dientes.

La reacción de desmineralización de los dientes desplazada por efecto de los ácidos es la siguiente:

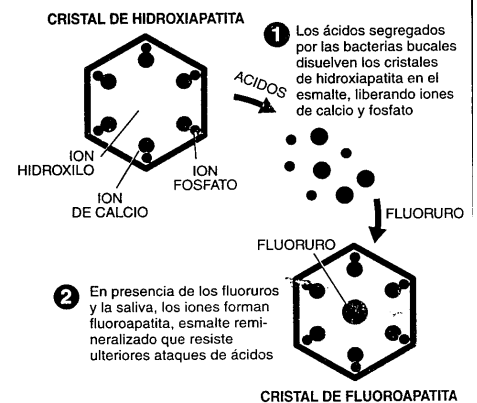


Y en la reacción de remineralización siguiente provocada por el fluoruro se forma fluoroapatita, más resistente que la hidroxiapatita.



¿Cómo fabricar la pasta de dientes?

En un mortero bien limpio y aclarado primero con agua destilada y posteriormente con alcohol etílico se mezclan 150 g de carbonato de calcio, 100 g de glicerina, 25 g de talco y 5 g de esencia de menta (opcional y según el gusto). Hasta obtener



una pasta homogénea. Se llena un tubo con esta pasta y lista para usar.

Bibliografía

American Chemical Society, 1998, Quimcom Química en sociedad. Addison Wesley Longman.

Babor, J. y Ibarz, J., 1979, Química general Moderna, Ed. Marín.

Barral et Al., 1988, ¿Eso es química? Ed. Alhambra.

Burrell, K.H., 2000, Dentífricos, Investigación y ciencia, nº 281 pp. 96.

Calatayud, M.L. et al., 1979, Trabajos prácticos de Química, ICE U. Valencia.

Corominas J., 1998, La química de la cosmética. Aula de innovación, nº 69 pp 24-26.

Dickson, T.R. 1975, Introducción a la Química. Publicaciones Cultural S.A.

Formoso A. 1944 edición 1992, 2000 Procedimientos Industriales al alcance de todos, Limusa-Noriega.

Hiscox, G. y Hopkins, A., 1999, Recetario industrial. Ed.GG.

Van Cleave, J.,1999, Química para niños y jóvenes. 101 experimentos superdivertidos. Limusa Noriega Editores.

Vinagre F. et Al.,1998, Cuestiones curiosas de química, Alianza editorial.