

Ideas para el aula

¡A LAVAR LOS PLATOS! ELABORACIÓN DE JABÓN

Ana V. Basso¹ y M. Gabriela Lorenzo²

1- Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Químicas. Córdoba. Argentina.

2- Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. CONICET. CABA. Argentina.

E-mail: anavalentina.basso@gmail.com; glorenzo@ffyb.uba.ar

Resumen. El jabón es uno de esos materiales que han resistido el paso de los siglos y sigue vigente en nuestros días. Dada la importancia de articular situaciones de la vida cotidiana con la realización de actividades en el laboratorio de química, en este artículo se retoma el tema de la saponificación y se propone una serie de trabajos prácticos presentados en un cierto orden con el fin de presentar alternativas para la enseñanza de la química mientras se promueve el interés de los estudiantes al trabajar con materiales conocidos por ellos y se orienta el trabajo de los profesores. Se describen cuatro actividades experimentales de laboratorio plausibles de ser realizadas en un laboratorio escolar y una de cálculos matemáticos. Esta propuesta apunta a diversificar las metodologías frecuentes de enseñanza de los lípidos, su importancia y funciones biológicas.

Palabras clave: saponificación, lípidos, jabón, actividades prácticas de laboratorio

Wash the dishes! Elaboration of Soap

Abstract. Soap is one of those materials that have withstood the passage of centuries and is still valid today. Given the importance of articulating situations of daily life with the performance of activities in the chemistry laboratory, this article takes up the subject of saponification and proposes a series of practical works presented in a certain order in order to present alternatives for the teaching of chemistry while promoting the interest of students by working with materials known to them and guiding the work of teachers. Four experimental laboratory activities are described that are plausible to be carried out in a school laboratory and one of mathematical calculations. This proposal aims to diversify the frequent methodologies for teaching lipids, their importance and biological functions.

Key words: saponification, lipids, soap, practical laboratory activities

FUNDAMENTACIÓN

El aprendizaje de la química implica no sólo aprender conceptos sino también aprender los procedimientos propios de la disciplina y desarrollar actitudes como la responsabilidad, el respeto por el otro y por el ambiente, así como el trabajo en equipo, por destacar algunos. Es por

esto que en particular, la enseñanza de la química aparece muy ligada a su práctica experimental, y el respeto por las normas de seguridad en el laboratorio que esto conlleva. De este modo se promueve una enseñanza en contextos relevantes que resignifica la enseñanza de la química para lograr una sociedad científicamente alfabetizada (Garritz, Ferreira Dos Santos y Lorenzo, 2015).

Por otro lado, la química como toda disciplina científica, recurre a un lenguaje que le es propio que incluye un conjunto de reglas compartidas por la comunidad de pertenencia (Johnstone, 1993; Lemke, 1990; Lorenzo, 2008). Podría decirse entonces que combinando acciones que propicien el uso y el desarrollo del lenguaje científico (Quilez Pardo, 2016), se favorecería el aprendizaje según este modelo.

Cabe destacar que las prácticas experimentales que utilizan el enfoque por indagación (Hernández Millán, 2012), las cuales incluyen actividades de planteo de preguntas, postulación de hipótesis, de argumentación escrita acerca de lo observado durante las actividades experimentales e instancias de reflexión, son las que se indican como las más recomendadas en estos días.

Tomando como punto de partida este modelo que concede un rol protagónico a los estudiantes en su aprendizaje, se diseñaron una serie de actividades para ser realizadas como trabajo práctico en el laboratorio escolar de química. Teniendo en cuenta que este enfoque promueve una articulación entre las situaciones de la vida cotidiana y las actividades de enseñanza, el jabón, su elaboración y sus propiedades constituyen un tópico excelente para este tipo de abordaje.

Tanto los aceites utilizados como materias primas para la elaboración de jabón a través de la reacción de saponificación, como los jabones que se obtienen a través de este proceso son materiales ampliamente conocidos por los estudiantes, con una larga tradición en la historia de la humanidad. De este modo, esta propuesta permite de una manera clara mostrar aplicaciones concretas de la química a situaciones de la vida cotidiana, favoreciendo el interés de los estudiantes, a la vez que se espera contribuir con los profesores ofreciendo alternativas para su tarea de enseñanza de la química en el laboratorio.

A continuación, se revisan los principales aspectos teóricos de la unidad de lípidos para luego presentar la propuesta de actividades.

LOS LÍPIDOS COMO CONTENIDOS DE QUÍMICA

Los lípidos son una familia de biomoléculas fundamentales para la constitución de los seres vivos y que comparten la propiedad de ser solubles en solventes orgánicos, pero no en agua. La palabra "lípidos" proviene del vocablo griego lipos, que significa "grasa" o "manteca". Por lo gene-

ral, el contenido lípido de una célula puede extraerse con el uso de un solvente no polar como éter o cloroformo. Los lípidos son una característica importante de las membranas celulares, las vitaminas liposolubles y las hormonas esteroideas (Brown, 2004).

Dentro de la familia de los lípidos hay estructuras específicas que distinguen los diferentes tipos de lípidos (Figura 1). Los lípidos como ceras, grasas, aceites y glicerofosfolípidos son ésteres que pueden hidrolizarse para producir ácidos grasos junto con otros productos, incluido un alcohol. Los triacilgliceroles y glicerofosfolípidos contienen el alcohol glicerol, en tanto que los esfingolípidos contienen un alcohol llamado esfingosina (Timberlake, 2013).

Los esteroideos, que tienen una estructura completamente diferente, no contienen ácidos grasos y no pueden hidrolizarse. Los esteroideos se caracterizan por el núcleo esteroide de cuatro anillos de carbono fusionados.

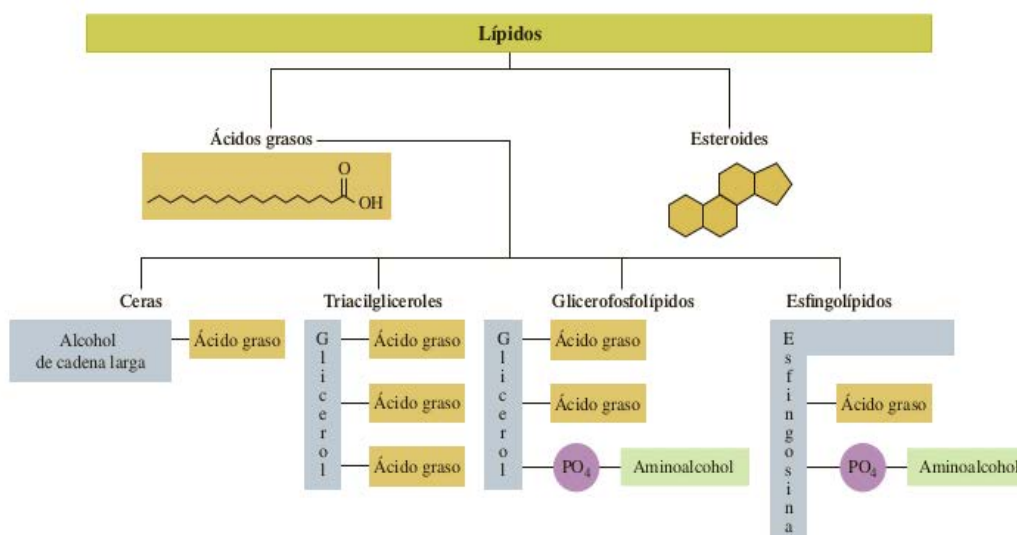


Figura 1. Clasificación de lípidos según su estructura química (Timberlake, 2013).

Los ácidos grasos son el tipo más simple de lípidos, y se encuentran como componentes de lípidos más complejos. Un ácido graso contiene una cadena larga de hidrocarburo con un grupo ácido carboxílico. Aunque la parte del ácido carboxílico es hidrofílica, la cadena larga de carbono hidrofóbica hace que los ácidos grasos sean insolubles en agua. La mayoría de los ácidos grasos que existen en la naturaleza tiene un número par de átomos de carbono, por lo general entre 12 y 20. Los ácidos grasos más prevalentes en plantas y animales son ácido palmítico (C_{16}), oleico (C_{18}), linoleico (C_{18}), y esteárico (C_{18}). Salvo raras excepciones, los ácidos grasos naturales tienen un número par de átomos de carbono, ya que su biosíntesis se produce por unión de grupos acetilo (Wade, 2011).

Otra manera de clasificar a la familia de los lípidos es en dos grandes grupos: saponificables y no saponificables. A continuación, en la Figura 2, se muestra un esquema con esta clasificación. En este punto nos tendremos a reflexionar. ¿Por qué es tan importante esta clasificación?

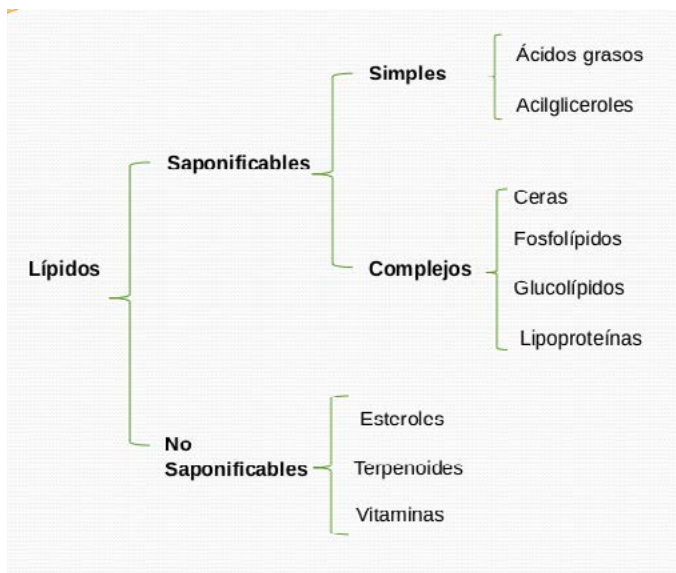


Figura 2. Esquema de la clasificación de los lípidos.

Hidrólisis de lípidos y saponificación

Todos los lípidos saponificables son ésteres y su hidrólisis enzimática produce un alcohol y un ácido graso (Brown, 2004). Es una reacción reversible en donde el proceso contrario es la esterificación, Figura 3.

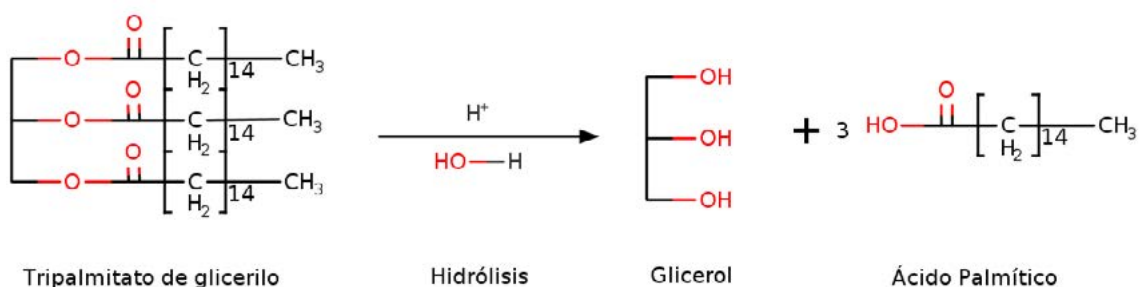


Figura 3. Reacción de hidrólisis enzimática de un triglicérido. Los productos de la reacción son el glicerol (alcohol) y los correspondes ácidos grasos.

Se puede hacer una hidrólisis sin enzimas, en la se utiliza una base fuerte, y en lugar de ácidos carboxílicos se producen sus sales, a los cuales se los denominan jabones. La hidrólisis de un éster en presencia de una base recibe el nombre de saponificación, término que proviene de la palabra latina que significa jabón (*sapon*) (Brown, 2004).

Propiedades físicas del jabón

La característica principal del jabón es la presencia en la molécula de dos zonas de distinta polaridad: una hidrófila (o lipófoba) y otra lipófila (o hidrófoba). La zona hidrófila se localiza en torno al grupo carboxilo que está fuertemente polarizado y además forma puentes de hidrógeno con las moléculas de agua. La zona lipofílica es muy poco polar y corresponde a la cadena hidrocarbonada, Figura 4 (Wade, 2011).

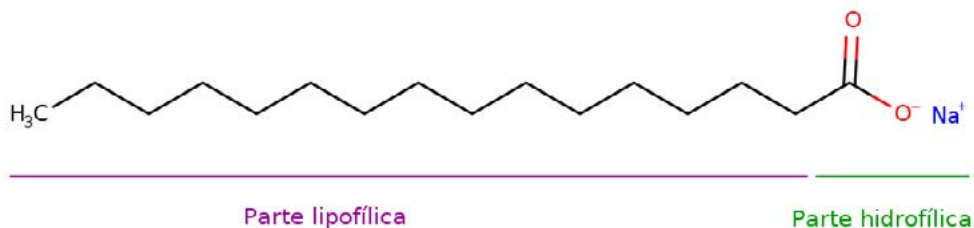


Figura 4. El jabón es la sal de sodio o de potasio (éster metálico o carboxilato) que deriva de un ácido graso. La parte lipofílica corresponde a la cadena hidrocarbonada y la parte hidrofílica, al grupo carboxilato.

Así, debido a su doble carácter hidrófilo-lipófilo (anfipático) las moléculas de jabón poseen la propiedad de solubilizar moléculas polares y no polares. Además, del hecho de su doble afinidad, las moléculas de jabón muestran una fuerte tendencia a migrar a las interfases, de forma tal, que su grupo polar se encuentra dentro del agua y su grupo apolar se encuentra orientado hacia un medio apolar como el aire o la grasa. Pueden, incluso formar *micelas*. Éstas son estructuras más o menos esféricas en la que todas las cabezas polares se encuentran interactuando con el agua (exterior) y las colas apolares están agrupadas en el interior del coloide, tal y como se observa en la Figura 5 (Wade, 2011).

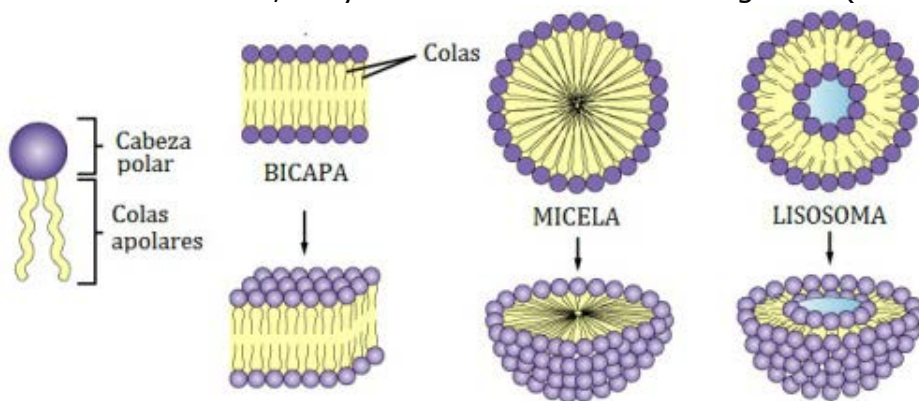


Figura 5. Representación de un lípido en medio acuoso. Las cabezas polares se ponen en contacto con el agua y las colas apolares se orientan en sentido contrario, generando estructuras de gran importancia biológica.

UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA

En este apartado se presentan una serie de actividades a partir de la obtención de jabón empleando una reacción de hidrólisis de un aceite vegetal con una base fuerte y el estudio posterior del comportamiento del jabón obtenido en diferentes medios acuosos. Se han incluido varias actividades experimentales teniendo en cuenta la importancia que tradicionalmente se le reconoce a este tipo de trabajo para el aprendizaje de la química (Sánchez, Odetti y Lorenzo, 2016). En todos los casos se ha prestado atención al planteo de preguntas y a la redacción de las consignas de acuerdo con la relevancia que implican para la comprensión de las tareas de aprendizaje (Lorenzo, 2016).

Las actividades fueron diseñadas para el curso de química orgánica en el marco de la carrera de formación docente para profesores de biología, por lo que algunas de las actividades propuestas no pueden ser consideradas actividades experimentales simples (Reverdito y Lorenzo, 2007) y requieren de un escenario formal de laboratorio de química, aunque escolar, para su implementación.

La propuesta didáctica recurre al enfoque por indagación incluyendo cuatro fases diferenciadas:

1. *Fase inicial:* Exploración de las ideas previas de los estudiantes frente al tema del trabajo práctico a desarrollar empleando preguntas disparadoras, debate y trabajo en pequeños grupos. El docente incluye la información necesaria para realizar las actividades siguientes.
2. *Fase de investigación:* Planteamiento de una pregunta de investigación. El rol docente es el de guiar a los estudiantes y proponer un momento de debate en el aula, problematizando sobre los hallazgos teóricos. El rol del estudiante es el de buscar información utilizando libros o internet para luego debatir y responder a la propuesta. A través de la indagación en un debate dirigido, los estudiantes pueden confrontar sus saberes previos frente a la nueva información encontrada. Se cierra con un esquema teórico construido colectivamente.
3. *Fase de experimentación:* Se presenta el diseño para la realización del práctico de laboratorio. El docente facilita el protocolo a utilizar en el laboratorio el cual se explica y se discute con los estudiantes. Se plantean los posibles resultados esperables a modo de hipótesis. A continuación, los estudiantes realizan la práctica experimental trabajando en forma individual o en pequeños grupos según el caso. Los estudiantes deben registrar sus observaciones en un cuaderno de laboratorio que se comparten durante el cierre de la actividad con la puesta en común de los resultados y la confrontación con la teoría.

4. *Fase de comunicación:* Presentación escrita del trabajo. Cada estudiante elabora un informe escrito sobre el trabajo práctico realizado siguiendo determinadas pautas aportadas por el docente. El informe debe incluir las ecuaciones de las reacciones químicas involucradas, las cantidades y los cálculos realizados, así como una interpretación de las observaciones, los resultados y las conclusiones. Para el informe se sugieren los siguientes apartados: marco teórico, marco metodológico, resultados y discusión y conclusiones. Finalmente, el docente realiza una retroalimentación escrita del texto presentado.

A continuación, se presentan las cinco experiencias prácticas, cuatro de ellas para ser realizadas en los laboratorios de química a las que hemos denominado Laboratorio 1 a 4, y una actividad con un fuerte componente de matemática. Todas ellas centradas en la elaboración de jabón y el estudio de sus propiedades.

Seguridad en el laboratorio

En toda actividad práctica a realizar en el laboratorio de química debe atenderse muy especialmente a las consideraciones sobre seguridad. En este como en otros trabajos prácticos deben revisarse tanto los reactivos como los productos de las reacciones involucradas para analizar sus posibles efectos tóxicos, dañinos o peligros, tanto para las personas como para el ambiente, por lo que han de incluirse también las consideraciones sobre su descarte.

Las fichas de seguridad pueden ser aportadas por el docente, aunque la confección de estas fichas por parte de los estudiantes es una actividad formativa muy valiosa.

La soda cáustica (NaOH) necesaria para la realización de la saponificación propuesta para estos trabajos prácticos, es un producto extremadamente corrosivo e irritante. Por lo tanto, y dada la alta concentración de este reactivo, se debe evitar su contacto con las manos. En caso de contacto accidental, se debe lavar de inmediato la zona afectada con abundante agua (Galagovsky, 1999). Asimismo, evitar tocar el jabón recién obtenido con las manos hasta que no haya sido lavado exhaustivamente, dado que puede incluir el NaOH en exceso. Los demás reactivos no presentan riesgos para su manipulación.

Laboratorio 1: Obtención de Jabón

Preguntas de investigación: ¿Qué es el jabón? ¿cómo se elabora el jabón?

En un erlenmeyer de 250 mL pesar 10g de aceite vegetal, añadir 20mL de solución de NaOH 50% y 20 mL de etanol 97%. Calentar la mezcla suavemente (aproximadamente 50 °C) sobre plancha de calentamiento

durante 30 minutos, con agitación suave y constante. Seguidamente, sacar el erlenmeyer de la plancha e inmediatamente añadir a la mezcla de reacción caliente 150 mL de solución saturada de NaCl. Agitar vigorosamente y sumergir el erlenmeyer en un baño de hielo. Separar el jabón formado de la solución mediante filtración al vacío y lavarlo 3 veces con porciones de 15 mL de agua fría. Por último, recoger el jabón con una espátula y colocarlo en un molde. Dejar secar en estufa durante una semana. Ver reacción en la Figura 6.

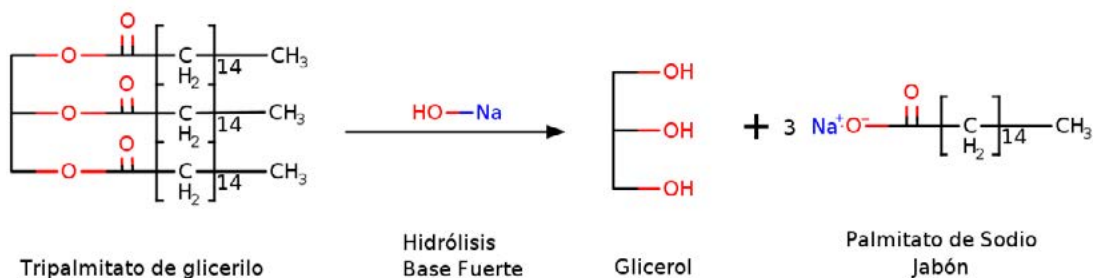


Figura 6. Reacción de hidrólisis por una base fuerte o saponificación. Productos de la reacción son el glicerol (alcohol) y la sal orgánica corresponde (jabón).

Laboratorio 2: El problema del agua dura

Preguntas de investigación: ¿Qué son las aguas duras? ¿Cómo se comporta el jabón en diferentes tipos de aguas?

Una de las desventajas del jabón es que resulta un limpiador ineficaz en aguas duras. Se denomina así a las aguas de alto contenido en sales de magnesio, calcio y/o hierro. Cuando se usa un jabón en aguas duras se forman las sales de los ácidos carboxílicos con dichos cationes, que son insolubles y precipitan en forma de coágulos o grumos. Por el contrario, en aguas blandas el jabón es un adecuado agente limpiador.

A pesar de esto, el jabón presenta dos ventajas importantes; se obtiene de materias primas naturales y es completamente biodegradable. Los microorganismos son capaces de metabolizar las moléculas lineales de jabón transformándolas en agua y dióxido de carbono.

Experiencia 1: Preparación de la solución de jabón

Colocar el jabón sintetizado (aproximadamente una espátula) en un tubo de ensayo y agregar agua destilada completando 3/4 del volumen del mismo. Determinar el pH de la solución de jabón preparada con cinta de pH. Tapar y agitar vigorosamente. Observar la formación de espuma.

Experiencia 2: Ensayo con cloruro de calcio

Tomar una alícuota de 5 mL de la solución de jabón preparada en la experiencia 1 y colocar en un tubo de ensayo. Adicionar 20 gotas de

solución de cloruro de calcio (CaCl_2) al 5 % P/V. Tapar y agitar vigorosamente. Observar e interpretar los resultados. Comparar el aspecto con el de la experiencia 1. Ver reacción en la Figura 7.

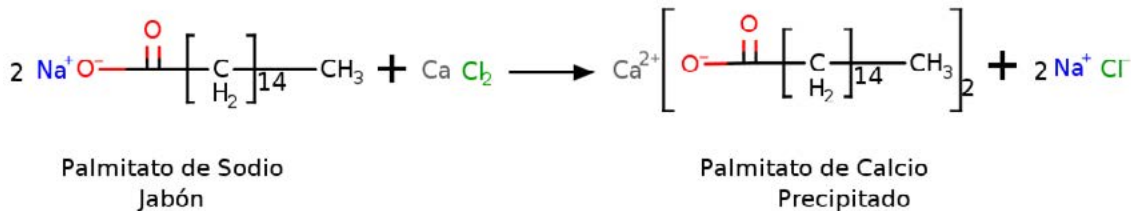


Figura 7. Reacción de precipitación del jabón producida por una sal de calcio.

Experiencia 3: Ensayo con nitrato férrico

Tomar una alícuota de 5 mL de la solución de jabón preparada en la experiencia 1 y colocar en un tubo de ensayo. Agitar. Agregar 10 gotas de solución de nitrato férrico ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) 0,1 M. Tapar y agitar vigorosamente. Observar e interpretar los resultados. Comparar con la experiencia 1. Ver reacción en la Figura 8.

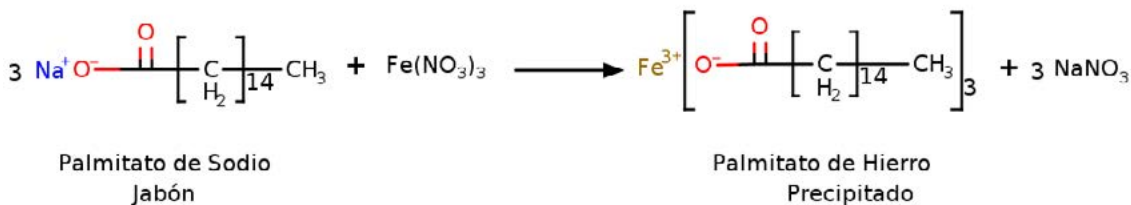


Figura 8. Reacción de precipitación del jabón producida por una sal de Hierro.

Laboratorio 3: Una posible solución desde la química

Preguntas de investigación: ¿Se puede ablandar el agua dura? ¿Qué son y cómo funcionan los detergentes?

Para evitar el inconveniente de la precipitación por aguas duras, se suele añadir al jabón sustancias que ablanden el agua. El carbonato de potasio y el fosfato de sodio precipitan los iones magnesio, calcio, etc., en forma de carbonato y fosfato insolubles. Desgraciadamente, estos precipitados pueden alojarse en los tejidos dándole un color grisáceo. Por este motivo los jabones se utilizan para el aseo personal fundamentalmente, mientras que para el lavado de la ropa se usan los detergentes que no presentan este inconveniente.

Los detergentes son efectivos incluso en este tipo de agua. La diferencia radica en que los detergentes contienen cadenas carbonadas rectas,

análogas a las de las grasas naturales, pero con un grupo sulfato en lugar del grupo carboxilato y las sales de hierro y calcio de estos sulfatos son solubles en agua.

Experiencia 4: Ensayo con fosfato de potasio

Trasvasar la mitad del contenido del tubo de la experiencia 2 a un tubo de ensayo y adicionar 20 gotas de solución de fosfato de potasio (K_3PO_4) al 20 % P/V. Tapar y agitar vigorosamente. Observar e interpretar los resultados. Comparar con los tubos de las experiencias 1 y 2. Repetir este ensayo con la mitad del contenido del tubo de la experiencia 3. Comparar con los tubos de las experiencias 1 y 3. Ver reacción en la Figura 9.

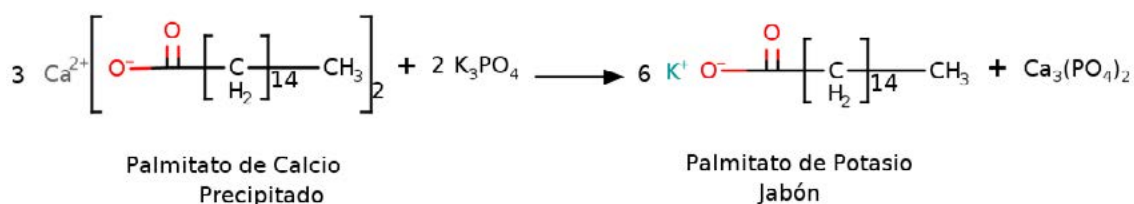


Figura 9. Reacción de recuperación del jabón producida por una reacción de intercambio iónico con una sal de fosfato.

Experiencia 5: Ensayo con bicarbonato de sodio

Trasvasar la mitad del contenido del tubo de la experiencia 2 a un tubo de ensayo y adicionar 20 gotas de solución de bicarbonato de sodio (Na_2CO_3) al 20 % p/v. Tapar y agitar vigorosamente. Observar e interpretar los resultados. Comparar con los tubos de las experiencias 1 y 2. Repetir este ensayo con la mitad del contenido del tubo de la experiencia 3. Comparar con los tubos de las experiencias 1 y 3. Ver reacción en la Figura 10.

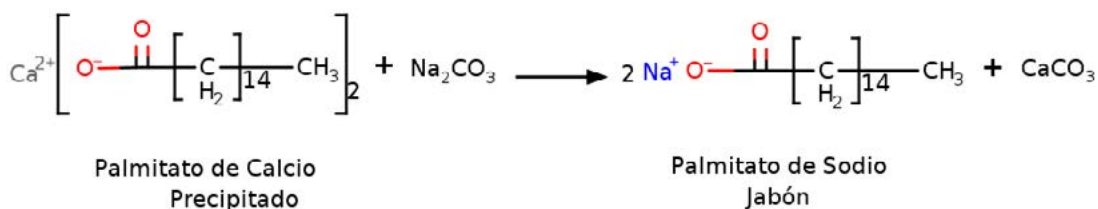


Figura 10: Reacción de recuperación del jabón producida por una reacción de intercambio iónico con una sal de carbonato.

Laboratorio 4: Probando el poder detergente del jabón

Preguntas de investigación: ¿Cómo limpia el jabón? ¿Qué son las micelas?

Debido a su doble carácter hidrófilo-lipófilo (anfipático) las moléculas de jabón poseen la propiedad de solubilizar moléculas polares y no polares.

Como consecuencia de esto, los jabones tienen las siguientes propiedades: Poder detergente o capacidad para eliminar la suciedad y la grasa de una superficie (piel, tejido etc.); poder emulgente o capacidad para producir dispersiones coloidales de grasa en medio acuoso o de agua en medio de grasa; y poder espumógeno que da lugar a la formación de espuma

El poder detergente del jabón se debe a que la cadena hidrocarbonada, lipófila, disuelve las gotas de grasa, responsables de la suciedad, y la parte polar, hidrófila, arrastra las gotas de grasa, solubilizando el conjunto en agua y arrancando la suciedad de la superficie.

Experiencia 6: Ensayo de formación de micelas

Colocar 10 gotas de aceite vegetal en dos tubos de ensayo. Al primero se le adicionan 3 mL de agua destilada y al segundo 3 mL de disolución de jabón de la experiencia 1. Se agitan vigorosamente los dos tubos, se dejan reposar y se anota lo observado.

Laboratorio 5: Una mirada matemática a las burbujas de jabón

Pregunta de investigación: ¿Por qué las burbujas de jabón son esféricas?

Hemos analizado al jabón de arriba a abajo, pero aún quedan pendientes otras preguntas: ¿Por qué las burbujas son esféricas? O mejor dicho ¿Cuál es la causa por la que adoptan la forma esférica y no otra? ¿Puede darse un modelo matemático que explique dichos fenómenos?

Primero, analicemos una gota de agua bien de cerca. Las moléculas de agua que se encuentran en el interior de la gota atraen fuertemente a las que las rodean en todas las direcciones. Mientras que las moléculas que están en la superficie sólo perciben atracciones de las moléculas que están en el interior de la gota y no del aire que las rodea. Por lo tanto, sólo existe una atracción hacia dentro de la gota de agua y esto produce una especie de piel, que es lo que se conoce como tensión superficial. Dicho en otras palabras, las fuerzas cohesivas entre las moléculas de un líquido son mayores en la superficie (Figura 11).

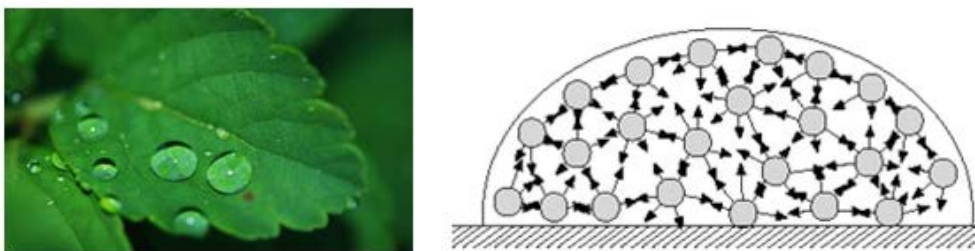


Figura 11. Izq. Fotografía de gotas de agua sobre una hoja (Imagen libre). Der. Esquema de una gota de agua. Los círculos representan moléculas y las flechas, las atracciones entre ellas. Las moléculas interiores de la gota de agua son atraídas en todas las direcciones, mientras que en la superficie, son atraídas por las laterales e interiores (imagen extraída de NASA.gov).

Todos los líquidos presentan tensión superficial, sólo que de diferentes magnitudes. Hay líquidos que poseen menor tensión superficial, como el alcohol, y otros, como el mercurio, bastante mayor (seis veces la del agua). Esto se explica a través de las fuerzas intermoleculares actuantes. Esto mismo es lo que ocurre con las pompas de jabón. Cuando se sumerge un sorbete en una solución jabonosa, luego se saca y se sopla, la tensión superficial es la responsable de mantener unidas las moléculas de jabón que encierran el aire que sale de nuestra boca y finalmente hace que se forme la burbuja (Figura 12).



Figura 12. Fotografía de una burbuja de jabón (Imagen libre).

El principio físico que hay detrás de esta forma geométrica es la tendencia de cualquier sistema mecánico a buscar un estado de menor energía. En una película jabonosa, esta energía es la tensión superficial y es proporcional a su área, de modo que al estirar la película, se necesita más energía. Por tanto, una película de jabón, o cualquier estructura jabonosa apoyada en una estructura de alambre, busca la forma geométrica que minimiza su área superficial.

En este tipo de situaciones, la esfera, o trozos de ella, son soluciones de dichos problemas físicos. De forma más general, la esfera y la circunferencia son las formas geométricas más simétricas de la Naturaleza. Ambas son las soluciones de un problema de "diseño óptimo", de mínima energía. Así, si consideramos todas las superficies que encierran un mismo volumen y nos preguntamos por aquella superficie que tenga menor área, la solución es la esfera.

Experiencia 7: La matemática atrás de la forma esferoidal de las burbujas

Calcular las áreas y los volúmenes correspondientes a seis cuerpos geométricos posibles. Para ello utilice la información presentada en la Tabla 1 a volumen constante igual a uno. Compare las relaciones entre área y volumen. De todos los cuerpos que encierran un mismo volumen y explique cuál es el de menor superficie.

Tabla 1. Fórmulas para los cálculos de las áreas y volúmenes de seis cuerpos geométricos posibles, en donde, a es la arista y r es el radio. La cuarta columna corresponde a la relación área/volumen cuando el volumen es igual a uno.

| Cuerpo geométrico | Área | Volumen | Área/ Volumen |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------|
| Tetraedro | $a^2 \cdot \sqrt{3}$ | $(a^3 \cdot \sqrt{2})/12$ | 7,2 |
| Cubo | $6a^2$ | a^3 | 6,0 |
| Octaedro | $2a^2 \cdot \sqrt{3}$ | $(a^3 \cdot \sqrt{2})/3$ | 5,72 |
| Dodecaedro | $3a^2 \cdot (\sqrt{(25+10\sqrt{5})})$ | $(a^3(15+7\sqrt{5}))/4$ | 5,31 |
| Icosaedro | $5a^2 \cdot \sqrt{3}$ | $(5a^3(3+\sqrt{5}))/12$ | 5,15 |
| Esfera | $4\pi r^2$ | $(4/3)\pi r^3$ | 4,84 |

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La importancia de los lípidos y sus funciones biológicas se pueden explicar y fundamentar a partir de las fuerzas intermoleculares, solubilidad, interacciones de tensión superficial y propiedades químicas que éstos poseen. Cada uno de estos aspectos fue explorado en las actividades experimentales propuestas y debería ayudar a responder preguntas tales como: *¿Cómo se fabrica el jabón? ¿Cómo funciona un jabón? ¿Por qué hace burbujas? ¿Por qué y cómo limpia? ¿Cómo pueden modificarse las propiedades del jabón? ¿Por qué es un inconveniente usar jabones en regiones con agua dura? ¿Cómo podría solucionarse este problema? ¿En qué se diferencian un jabón y un detergente? ¿Qué son los compuestos tensioactivos? ¿Por qué las burbujas son esferoidales?*

En principio, puede decirse que han sido cubiertos una gran parte de los contenidos incluidos en los programas de química. Sin embargo, a partir de este trabajo han surgido nuevos desafíos y posibles actividades interdisciplinarias, que dependiendo del nivel educativo donde se implementen podrían llevarse a cabo. Entre ellas, hemos comenzado a trabajar sobre los siguientes aspectos:

- Incorporación de aspectos históricos para la enseñanza de la química. El jabón es un material que es conocido desde la antigüedad que se fabricaba a partir de grasas animales y cenizas. Revisar los cambios sufridos por este producto con el correr de los siglos permitiría mostrar y debatir sobre las intrincadas relaciones sobre la ciencia y la tecnología.
- El impacto del jabón y sus derivados en la promoción de la salud.

Hoy se sabe que la limpieza y especialmente el lavado de manos es la medida profiláctica más efectiva para la prevención de las enfermedades contagiosas. Incluir estos aspectos ofrecería un nuevo ángulo para el análisis de las propiedades del jabón y su importancia.

- Tomando como punto de partida a los lípidos se puede fabricar un importante combustible: el biodiesel. ¿Qué mejor manera de darle un cierre a este tema que invitando a nuestros estudiantes a ser ellos quienes diseñen el experimento de obtención y exploración de propiedades de este biocombustible?

Este tipo de actividades favorecen a la reflexión y la integración, no sólo entre las disciplinas evidentemente involucradas (biología, química, física y matemáticas) muchas veces inconexas entre los estudiantes; sino que además, permite desarrollar actividades de lectocomprensión, escritura, comprender las relaciones entre la cultura de las sociedades y la economía en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como su impacto en la vida cotidiana de las personas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Martín Ludueña por sus sugerencias para los cálculos matemáticos referidos a la forma esferoidal de las burbujas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, T., LeMay, E., Bursten, B. y Burdge, J. (2004). *Química. La ciencia central*. (9na. Ed.). México: Pearson Educación.
- Galagovsky, L. (1999). *Química Orgánica: Fundamentos teórico-prácticos para el laboratorio*. Buenos Aires: Eudeba.
- Garritz, A., Dos Santos, B. F., y Lorenzo, M. G. (2015). Science-technology-society as a feasible paradigm for the relevance of chemistry education in emerging countries. In: Ingo Eilks & Avi Hofstein (Eds.), *Relevant Chemistry Education* (pp. 241-261). Rotterdam: Sense Publishers.
- Hernández Millán, G. (2012). Enseñanza experimental. ¿Cómo y para qué? *Educación Química*, 23 (núm. extraord. 1), 92-95.
- Johnstone, A. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-705.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. (Ed. Norwood) NJ: Ablex Publishing Corp.
- Lorenzo, M. G. (2008). Destilación fraccionada de ideas condensadas. Una invitación al debate sobre la naturaleza de la química, *Educación en la Química*, 14 (1), 17-24.

- Lorenzo, M. G. (2016). El discurso científico sobre el papel: la importancia de la redacción de tareas, *Aula Universitaria*, 18, 91-101.
- Martínez Grau, M. A. y Csákÿ, A. G. (2001). *Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica*. Madrid: Síntesis.
- Quilez Pardo, J. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de lengua? *Educación Química*, 27 (2), 105-114.
- Reverdito, A. y Lorenzo, M. G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química, *Educación en la Química*, 13 (2), 108-121.
- Sánchez, G. H., Odetti, H. S. y Lorenzo, M. G. (2016). Conocimiento didáctico de profesores universitarios sobre los trabajos prácticos de química inorgánica. *Educación en la Química en Línea*, 22 (2), 111-124.
- Timberlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica. Estructuras de la vida*. (4ta. Ed.) México: Pearson Educación.
- Wade, L. (2011). *Química Orgánica*. (7ma. Ed.) México: Pearson Educación.