

Jabón en una botella: reciclando aceite de cocina usado

Una práctica de saponificación para alumnos de 15–19 años

Nivel	Duración	Materias	Palabras clave
1º Bachillerato, 3º y 4º ESO (15–19 años)	45 min (+48 h curado)	Química, Ciencias de la Tierra, Biología y Geología	Saponificación, NaOH, economía circular



1. Introducción

Cada año, millones de litros de aceite de cocina usado son vertidos directamente por los desagües domésticos. Este hábito cotidiano, aparentemente inofensivo, tiene graves consecuencias medioambientales: un único litro de aceite puede contaminar hasta un millón de litros de agua, formando una película impermeable sobre la superficie que impide la entrada de oxígeno, destruye los ecosistemas acuáticos y obstruye las redes de saneamiento. Solo en España, se estima que los hogares desechan más de 200 millones de litros de aceite usado al año, la mayor parte de los cuales nunca llega a un punto limpio ni a una planta de reciclaje.

Una alternativa poderosa consiste en transformar ese aceite residual en jabón. Este proceso se conoce como **saponificación**, y es una de las reacciones químicas más antiguas y elegantes de la vida cotidiana. Consiste en la hidrólisis alcalina de los triglicéridos —principales componentes de los aceites vegetales— mediante una base fuerte, habitualmente hidróxido de sodio (NaOH, conocido popularmente como sosa cáustica). Los productos de la reacción son glicerol y sales sódicas de ácidos grasos, es decir, jabón:



La composición en ácidos grasos del aceite determina las propiedades del jabón resultante: los aceites ricos en ácidos grasos saturados (coco, palma) producen barras más duras y con más espuma, mientras que los ricos en ácidos grasos insaturados (oliva, girasol) dan jabones más suaves y emolientes. Cada aceite tiene un **valor de saponificación** característico, que indica la cantidad de álcali necesaria para saponificar completamente una masa dada de aceite.

En esta actividad, los alumnos emplean una botella de plástico reciclada como reactor para fabricar jabón sólido a partir de aceite de cocina usado e hidróxido de sodio. Además de comprender la

química de la saponificación, el alumnado conecta directamente con los principios de la economía circular: un residuo problemático se convierte en un producto útil, reduciendo la contaminación y el consumo de materias primas.

Jabón en una botella: reciclando aceite de cocina usado

¡Convierte el aceite residual en un jabón útil, ecológico y económico!

Recicla el aceite y evita contaminar agua

Saponifica y reutiliza

Triglicérido + 3 NaOH → Glicerol + 3 Sales sódicas de ácidos grasos

Reduce el impacto ambiental

Aprende química de forma segura

Obtén un producto económico

2. Objetivos

Al finalizar esta actividad, el alumnado será capaz de:

- Explicar la reacción de saponificación a nivel molecular, identificando reactivos y productos.
- Comprender cómo el perfil de ácidos grasos de un aceite influye en las propiedades del jabón obtenido.
- Realizar de forma segura una saponificación en frío utilizando aceite usado y NaOH.
- Calcular y justificar las cantidades de NaOH y agua necesarias para una saponificación completa.
- Relacionar el impacto medioambiental del vertido de aceite con problemas reales de contaminación del agua.
- Valorar el papel de la química en la gestión sostenible de residuos y en la economía circular.

3. Material y Métodos

3.1. Material

Por grupo de trabajo (se recomienda 3–4 alumnos):

- 1 litro de aceite de cocina usado (filtrado para eliminar restos de alimentos)
- 135 g de hidróxido de sodio (NaOH) sólido, pureza 96–99 %
- 330 ml de agua fría (destilada o de grifo)
- Una botella de plástico PET de 2 litros con tapón de rosca, limpia y seca
- Balanza de precisión (± 1 g)
- Recipiente de vidrio resistente al calor de 500 ml (vaso de precipitados o tarro) para disolver el NaOH
- Termómetro (opcional, pero recomendable)
- Varilla de agitación o espátula de madera
- Guantes de nitrilo o goma (obligatorios)
- Gafas de protección (obligatorias)
- Bata de laboratorio o delantal protector
- Molde para el jabón (una caja de cartón pequeña forrada con papel de horno o un molde de silicona)

¿Sabías que? Valores de saponificación y tipos de aceite

La cantidad de NaOH necesaria para saponificar completamente un aceite depende de su composición en ácidos grasos. Esto se expresa como el índice de saponificación (IS): los miligramos de KOH necesarios para saponificar 1 g de aceite. Para convertirlo a NaOH, se multiplica por 0,713. La fórmula recomendada para aceite usado de composición desconocida es la siguiente:

Tipo de aceite	NaOH por litro (g)	Agua (ml)	Textura del jabón
Girasol (usado)	135	330	Suave, emoliente
Oliva	133	325	Suave, muy gentil
Coco	190	340	Duro, mucha espuma
Mezcla / aceite usado desconocido	135	330	Variable (fórmula óptima)

Para aceite usado de composición desconocida, la fórmula óptima es: 1 litro de aceite (≈ 900 g), 135 g de NaOH y 330 ml de agua. Esta proporción garantiza la saponificación completa sin exceso de álcali libre.

⚠ Normas de seguridad — Léase antes de comenzar

- El hidróxido de sodio es muy corrosivo. Utiliza siempre guantes y gafas de protección.
- La disolución del NaOH en agua es altamente exotérmica: la mezcla puede alcanzar 80–90 °C. Prepárala en un recipiente de vidrio resistente al calor y deja enfriar por debajo de 40 °C antes de mezclar con el aceite.
- Nunca añadas agua sobre el NaOH: añade siempre el NaOH sobre el agua, lentamente y con agitación constante.
- Trabaja en un espacio bien ventilado. Evita inhalar vapores durante la disolución del NaOH.

- El jabón recién hecho no es apto para uso personal hasta completar el curado (4–6 semanas), periodo en el que el pH desciende a valores seguros para la piel.
- Neutraliza cualquier exceso de lejía con vinagre antes de verterlo por el desagüe.

3.2. Procedimiento

Paso 1 — Preparar la solución de sosa (demostración del profesor o con supervisión directa)

1. Pesa 330 ml de agua fría en el recipiente de vidrio.
2. Añade lentamente 135 g de NaOH al agua, una pequeña cantidad cada vez, agitando de forma continua. La solución se calentará rápidamente: es normal.
3. Deja enfriar la solución hasta por debajo de 40 °C (usa un termómetro si está disponible). Esto lleva aproximadamente 20–30 minutos.

Paso 2 — Preparar el aceite

4. Filtra 1 litro de aceite de cocina usado a través de un colador fino para eliminar restos de comida. Transfiérela a la botella de plástico de 2 litros usando un embudo.

Paso 3 — Mezclar y saponificar

5. Una vez fría la solución de sosa, viértela cuidadosamente dentro de la botella que contiene el aceite.
6. Enrosca bien el tapón. Agita la botella de forma vigorosa durante 15–20 minutos, hasta que la mezcla adquiera una consistencia espesa y cremosa, similar a unas natillas. Este punto se denomina “trace” o punto de traza, e indica que la saponificación ha comenzado.
7. Vierte la mezcla en el molde. Golpea suavemente para eliminar burbujas de aire. Cubre con un trozo de cartón.
8. Deja reposar a temperatura ambiente durante 48 horas (endurecimiento inicial) y desmóldalo. Continúa el curado durante 4–6 semanas adicionales para obtener una barra de jabón suave y lista para usar.

Paso 4 — Observaciones y medidas

9. Registra el aspecto, la textura y la temperatura de la mezcla en cada etapa del proceso.
10. Tras 48 horas, mide el pH de la superficie del jabón con papel indicador. Un valor superior a 10 indica que el curado todavía está incompleto.
11. Compara la textura y la espuma de tu jabón con la de un jabón comercial y con los obtenidos por otros grupos con diferentes tipos de aceite.

3.3. Procedimiento reducido y rápido

Paso 1 — Preparar la solución de sosa (demostración del profesor o con supervisión directa)

1. Pesa 33 ml de agua fría en una botella de plástico de 330 ml reciclada.
2. Añade lentamente 13,5 g de NaOH al agua, una pequeña cantidad cada vez, agitando de forma continua. La solución se calentará rápidamente: es normal.
3. Deja enfriar la solución hasta por debajo de 40 °C (usa un termómetro si está disponible). Esto lleva aproximadamente de 5 a 10 minutos.

Paso 2 — Mezclar y saponificar

4. Una vez fría la solución de sosa, vierte 100 ml de aceite de cocina dentro de la botella que contiene la sosa.

- Enrosca bien el tapón. Agita la botella de forma vigorosa durante 3–5 minutos, hasta que la mezcla adquiera una consistencia espesa y cremosa, similar a unas natillas. Este punto se denomina “trace” o punto de traza, e indica que la saponificación ha comenzado.
- Vierte la mezcla en el molde.
- Deja reposar a temperatura ambiente durante 24 horas (endurecimiento inicial) y desmóldalo. Continúa el curado durante 4–6 semanas adicionales para obtener una barra de jabón suave y lista para usar.

Jabón en Botella:

Reciclando Aceite de Cocina Usado

Cada año se vierten **millones de litros de aceite usado** por el desagüe. 1 solo litro puede contaminar hasta **1.000.000 de litros de agua**, destruyendo ecosistemas y obstruyendo las tuberías de saneamiento.

¡Transforma ese residuo en jabón útil y ecológico, y ayuda a cerrar el ciclo de la **economía circular**!



MATERIALES

- 100 ml de aceite usado
- 33 ml de agua
- 13,5 g de sosa cáustica



Sosa Cáustica (NaOH)



Agua fría



Aceite usado

1 Disolver la sosa cáustica en agua fría



Sosa Cáustica

3 Verter la mezcla en un molde y dejar reposar.



24h Reposo inicial

2 Añadir el aceite usado y agitar la botella 5 minutos.



5 min

REACCIÓN DE SAPONIFICACIÓN



$$\begin{array}{c}
 \text{O} \\
 \parallel \\
 \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_1 \\
 | \\
 \text{HC}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_2 \\
 | \\
 \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{R}_3 \\
 \text{Triglicérido (aceite)}
 \end{array}$$

+ 3 NaOH

$\longrightarrow$

$$\begin{array}{c}
 \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\
 | \\
 \text{HC}-\text{OH} \\
 | \\
 \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\
 \text{Glicerol}
 \end{array}$$

+ 3 R-COONa

Sales sódicas de ácidos grasos (jabón)





Evita la contaminación del agua



Conecta con la economía circular



Obtén un producto económico

La química puede transformar un **residuo problemático** en un **producto útil**. ¡Manos a la ciencia y al reciclaje!

Nivel: 1º Bachillerato | Área: Química | Seguridad: Usar guantes y gafas en todo el proceso



Más información

4. Resultados

Durante y tras la actividad, los alumnos deberán observar lo siguiente:

- Al agitar, la mezcla aceite-sosa evoluciona desde un líquido turbio hasta una emulsión cremosa y luego a la traza. Este espesamiento indica que las moléculas de jabón están comenzando a formarse y a autoorganizarse.
- Tras 48 horas, la mezcla solidifica en una barra pálida y opaca con un leve olor alcalino. Puede aparecer una capa blanca pulverulenta en la superficie (ceniza de sosa), inofensiva y fácilmente eliminable.
- Las medidas de pH superiores a 10 confirman la presencia de álcali residual. Tras 4–6 semanas de curado, el pH típicamente desciende a 8–9, valores seguros para el contacto con la piel.
- Los jabones elaborados con aceite de coco endurecen antes y producen más espuma, mientras que los de oliva o girasol son más suaves y emolientes, lo que refleja directamente sus perfiles de ácidos grasos.
- El rendimiento es de aproximadamente 1,4–1,5 kg de jabón bruto por tanda, lo que demuestra una economía atómica elevada con mínima generación de residuos.

Observación	Al inicio	En la traza	Tras 48 h
Aspecto	Dos fases separadas (aceite arriba, sosa abajo)	Emulsión uniforme y espesa	Barra sólida y opaca
Color	Amarillo-anaranjado	Beige / crema	Marfil pálido o beige
Textura	Líquido	Natilla espesa	Sólido firme
pH (superficie)	—	—	> 10 (fuertemente alcalino)

Tabla 1. Resumen de observaciones esperadas en cada etapa de la saponificación.



Preguntas para la discusión

¿Por qué se calienta la mezcla al disolver el NaOH en agua? ¿Qué tipo de proceso es?

¿Cuál es el papel del agua en la reacción de saponificación? ¿Podría usarse menos cantidad, o prescindir de ella?

¿Por qué el aceite de coco produce un jabón más duro que el de girasol? ¿Qué relación tiene esto con la composición en ácidos grasos?

¿Por qué debe curarse el jabón varias semanas antes de usarlo en la piel? ¿Qué proceso químico continúa durante el curado?

Calcula la economía atómica teórica de esta reacción. ¿Cómo se compara con otros procesos industriales?

Si 1 litro de aceite puede contaminar 1 millón de litros de agua, ¿cuántas tandas de jabón podrían fabricarse con el aceite que de otro modo contaminaría el suministro hídrico de tu municipio?

5. Conclusiones

Esta actividad demuestra que la saponificación no es una curiosidad histórica, sino una reacción química viva y relevante con implicaciones medioambientales reales. Los alumnos producen un producto funcional (jabón) a partir de un residuo (aceite de cocina usado), haciendo tangible la economía circular en el laboratorio escolar.

La práctica refuerza contenidos curriculares fundamentales de 1º de Bachillerato: hidrólisis alcalina, ruptura de enlaces éster, reacciones exotérmicas, química ácido-base y relación entre estructura molecular y propiedades macroscópicas. Al mismo tiempo, conecta la química con retos de sostenibilidad urgentes: contaminación del agua, gestión de residuos y eficiencia en el uso de recursos.

El mensaje principal que el alumnado debe llevarse es que la química no es una colección de reacciones abstractas en tubos de ensayo, sino una herramienta poderosa para resolver problemas medioambientales reales. Transformar una botella de aceite de fregón en una barra de jabón es un acto pequeño pero significativo, y comprender la química que lo sustenta capacita a los estudiantes para pensar críticamente sobre el mundo material que les rodea.

6. Bibliografía y referencias

Belitz H-D, Grosch W, Schieberle P (2009) *Food Chemistry*, 4ª ed. Springer, Berlín. ISBN 978-3-540-69934-7

Cavitch SM (1994) *The Natural Soap Book*. Storey Publishing. ISBN 978-0882669243

Agencia Europea de Medio Ambiente (2022) Contaminación del agua por los hogares. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021) Guía de recogida selectiva de aceite vegetal usado. Gobierno de España. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es>

<https://www.modernsoapmaking.com/saponification-chart>

https://www.mendrulandia.es/utilidades_jabones/tabla_sap

<https://calc.mendrulandia.es/?lg=es>

<https://www.youtube.com/watch?v=gDuG8AK3QBw>

<https://www.youtube.com/watch?v=FAwFncHsmLg>

<https://www.youtube.com/watch?v=PwFOCK63QJs>

<https://www.youtube.com/watch?v=vFzzEOpHRRo>

7. Agradecimientos

Esta actividad ha sido inspirada de la realizada por José Fernández en una DDD (Disfruta, Divulgando Desinteresadamente) de Valladolid.