



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**PROPUESTA DIDÁCTICA BASADA EN LA
INDAGACIÓN PARA BACHILLERATO:
JABONES Y DETERGENTES**

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN
PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

ESPECIALIDAD: FÍSICA Y QUÍMICA

**Autor: Soraya Morán Gómez
Tutor: Elena Charro Huerga**

Valladolid, febrero de 2020

ÍNDICE GENERAL

Tabla de contenido

1. RESUMEN	5
2. INTRODUCCIÓN	7
3. EL APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN	11
3.1 ANTECEDENTES Y FUNDAMENTO	11
3.2 EL APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN	12
3.3 NIVELES EN LA INDAGACIÓN	13
3.4 ETAPAS DEL PROCESO INDAGATORIO	14
4. DISEÑO DE UN MÓDULO DE INDAGACIÓN	17
4.1 INTRODUCCIÓN	17
4.2 METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA DEL MÓDULO	18
5. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO DE INDAGACIÓN	21
5.1 TÍTULO DEL MÓDULO	21
5.2 RESUMEN	21
5.3 OBJETIVOS	21
5.4 COMPETENCIAS	22
5.5 CONTENIDOS	23
5.6 TIPO DE ACTIVIDADES	23
5.7 SESIONES	23
5.8 GUÍA DEL PROFESOR	24
5.8.1 TEMPORALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	24
5.8.2 ACTIVIDADES Y ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	25
5.8.3 ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD	35
5.9 GUÍA DEL ALUMNO	36
5.9.1 ESCENARIO	36
5.9.2 ACTIVIDADES PARA EL ALUMNO	36
5.10 EVALUACIÓN	42
6. CONCLUSIONES	45
7. BIBLIOGRAFÍA	47
8. ANEXOS	51
8.1 CONTENIDOS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	51
8.2 TEXTO DE LECTURA	53

8.3 MATERIAL COMPLEMENTARIO PARA EL DOCENTE.....	55
8.4 GUIONES DE LABORATORIO	64
8.4.1 ELABORACIÓN DE JABÓN	64
8.4.2 ELABORACIÓN DE DETERGENTE PARA ROPA.....	67
8.5 CALCULADORA DE SAPONIFICACIÓN MENDRULANDIA.....	68

1. RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Máster constituye una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la química para alumnos de 2º de Bachillerato, concretamente sobre los jabones y detergentes, utilizando una estrategia de indagación. Este trabajo se centra en el desarrollo de un módulo de indagación, que constituye una herramienta didáctica de carácter innovador que contribuye en gran medida a la alfabetización científica de los estudiantes aumentando su motivación tanto intrínseca como extrínseca, logrando un aprendizaje significativo al involucrar al alumno en un proceso científico creativo y contextualizado en situaciones de la vida diaria. El alumno aprenderá a trabajar según el método científico mediante el aprendizaje colaborativo, desarrollando su creatividad, autonomía y espíritu crítico y fomentando el desarrollo sostenible, hábitos de consumo responsable y el respeto a medio ambiente. Además, el presente módulo incluye tanto experiencias prácticas como el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

Palabras clave: estrategia basada en indagación (ECBI); química; ciencias; alfabetización científica; innovación educativa; motivación; aprendizaje colaborativo; TIC

2. INTRODUCCIÓN

Para hacer frente a los desafíos de la humanidad, la alfabetización científica se ha convertido en un objetivo internacional (OCDE, 2016). A diario tomamos decisiones personales, como qué productos consumimos, qué tipo de energía usamos o qué iniciativas apoyamos, que influyen en nuestra calidad de vida o nuestra salud, pero cuya repercusión económica, social o medioambiental va más allá del ámbito personal; puesto que en los últimos años nuestra sociedad está íntimamente ligada a la tecnología y la ciencia, cada vez es mayor la necesidad de una alfabetización científica que nos permita valorar los avances científico-tecnológicos y opinar de forma crítica sobre temas controvertidos de índole socio-científica.

Por otra parte, de conformidad con la legislación vigente en materia educativa, la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, el centro y la razón de ser de la educación es el alumno, y el sistema educativo debe proporcionar los mecanismos para reconocer y potenciar el talento que todos y cada uno de los alumnos poseen. El nivel educativo de un ciudadano contribuye de forma determinante a su desarrollo personal, a su integración social y a su capacidad de competir con éxito a nivel profesional. Además, la mejora de la calidad del sistema educativo de un país repercute en la mejora de la calidad democrática de un país y en su desarrollo cultural, para lograr una sociedad más participativa, abierta y global.

El Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), además de coordinar las políticas de evaluación general del sistema educativo, es el encargado de elaborar el Sistema Estatal de Indicadores, que se basa en usar indicadores educativos como instrumento para conocer la realidad educativa y establecer los objetivos educativos en función de los resultados. España participa en el Proyecto de Indicadores de la Educación de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) o Proyecto INES, para la elaboración y análisis de indicadores para una comparación internacional, que se publican anualmente en el informe *Education at a Glance* (su versión española es *Panorama de la Educación*). Además, España participa de forma activa en la mejora de la educación comprometida con los Objetivos de la Unión Europea para el año 2020, las Metas 2021 de los países iberoamericanos y los Objetivos 2030 de Desarrollo Sostenible de la UNESCO.

En el área de las evaluaciones internacionales, España participa en evaluaciones externas de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y de la IEA (Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo). Los principales estudios de la OCDE son PISA (*Programme for International Student Assessment*), PISA para Centros Educativos (*PISA for Schools*) y PIAAC (*Programme for the International Assessment of Adult Competencies*). Los principales estudios de la IEA son PIRLS (*Progress in International Reading Literacy Study*) y TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*).

El Programa PISA (*Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos*) de la OCDE evalúa hasta qué punto estudiantes de 15-16 años (fin de la educación obligatoria) han adquirido los conocimientos y habilidades que se necesitan para participar de forma plena en la sociedad actual. La evaluación está centrada en el dominio de los procesos, el entendimiento de los conceptos y la habilidad de actuar en situaciones concretas en las áreas de lectura, matemáticas y ciencias. PISA está diseñado para conocer las competencias de los estudiantes, es decir, las habilidades y aptitudes para manejar información, para analizar y resolver problemas y para enfrentarse a situaciones similares a las que tendrán que enfrentarse en la vida adulta y que no requieren la mera adquisición de conocimientos específicos.

La competencia científica, según los expertos de la OCDE, incluye los conocimientos científicos y el uso que de esos conocimientos haga un individuo para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y sacar conclusiones basadas en evidencias respecto a temas relacionados con la ciencia. Las tres sub-competencias que engloba la definición anterior son: identificar temas científicos,

explicar científicamente fenómenos y usar la evidencia científica. Las tareas que deben llevar a cabo los estudiantes incluyen describir y explicar fenómenos científicos, interpretar evidencias y conclusiones científicas y comprender el proceso de investigación científica, lo cual involucra contenidos y conceptos de la Física y de la Química.

PISA 2018 se centra en la comprensión lectora, pero a la vez valora lo adquirido en matemáticas y ciencias, además de presentar un área innovadora llamada competencia global. Según dicho informe, publicado el 3 de diciembre de 2019, la puntuación media estimada en ciencias de los estudiantes de España es de 483 puntos, significativamente inferior a la media de la OCDE (489) y al total UE (490). Además, la evolución en los últimos diez años de las puntuaciones estimadas en ciencias para España indica un descenso estadísticamente significativo, hasta encontrarse 5 puntos por debajo del ciclo 2009, como se puede observar en la figura 1.

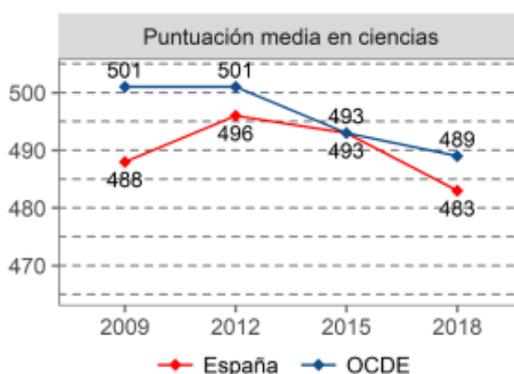


Fig. 1 Evolución de las puntuaciones medias estimadas en ciencias de las pruebas PISA 2018. Fuente: OECD (2019)

Los resultados se refieren a una escala, que se divide en niveles de rendimiento. Cada nivel de rendimiento indica el tipo de tareas que los alumnos realizan con éxito cuando alcanzan un determinado nivel. Los seis niveles de competencia utilizados en la evaluación de ciencias en PISA 2018 han sido los mismos que los establecidos para las evaluaciones PISA 2006 y 2015. La descripción de los niveles de rendimiento en ciencias se muestra en la tabla 1.

El nivel 2 de la escala no establece un umbral de alfabetización científica, pero es un punto de referencia por debajo del cual los alumnos suelen necesitar apoyo para abordar cuestiones relacionadas con la ciencia. En el nivel 3, los alumnos pueden recurrir a conocimientos moderadamente complejos para explicar fenómenos en contextos conocidos, pero necesitan ayuda para situaciones más complejas o desconocidas. Como se puede ver en la figura 2, el 79% de los estudiantes de España alcanza al menos el nivel 2 de ciencias y el 50,4% alcanza al menos el nivel 3 de la escala de ciencias. Sin embargo, solo el 21% de los estudiantes en España alcanza al nivel 4, porcentaje significativamente inferior al de la media de países OCDE (24,9%), y tan solo el 3,8% de los estudiantes alcanza el nivel 5. En el nivel 5 los estudiantes ya pueden utilizar ideas o conceptos científicos abstractos para explicar fenómenos, incluso en contextos desconocidos.

Tanto este como otros estudios internacionales ponen de manifiesto la necesidad de un cambio educativo que se traduzca en un aumento del porcentaje de alumnos con niveles competenciales en ciencias al menos por encima de 3. Al margen de reformas educativas que, entre otras cosas, simplifiquen el currículo y refuercen los conocimientos instrumentales, cabe preguntarse cómo podemos contribuir a este cambio educativo como docentes.

Tabla 1. Descripción de los niveles de rendimiento en ciencias en las pruebas PISA 2018. Fuente: OECD (2019)

Nivel	Puntuación límite inferior	Descripción del nivel de rendimiento
6	708	Los estudiantes son capaces de utilizar e interrelacionar ideas y conceptos científicos de ciencias físicas, naturales y de la tierra y el espacio, y aplicar el conocimiento conceptual, procedimental y epistémico para presentar hipótesis explicativas de fenómenos, sucesos y procesos nuevos, o para hacer predicciones . A la hora de interpretar datos y evidencias, son capaces de discriminar la información relevante de la irrelevante y aprovechar el conocimiento externo al currículo escolar. Los estudiantes en el nivel 6 pueden distinguir entre argumentos basados en pruebas y teorías científicas de los basados en otras consideraciones, y son capaces de evaluar diseños en conflicto de experimentos, pruebas o simulaciones complejas y justificar sus elecciones.
5	633	Los estudiantes pueden utilizar conceptos o ideas científicas abstractas para explicar fenómenos , sucesos y procesos inusuales y más complejos que impliquen múltiples relaciones causales. También son capaces de aplicar un conocimiento epistémico más elaborado para evaluar diseños experimentales alternativos y justificar sus elecciones, y utilizar su conocimiento teórico para interpretar la información y hacer predicciones . Los estudiantes en el nivel 5 pueden evaluar los métodos para investigar una determinada pregunta de forma científica e identificar las limitaciones en las interpretaciones de conjuntos de datos, incluyendo el origen y efectos de la incertidumbre en los datos científicos.
4	559	Los estudiantes son capaces de aplicar un conocimiento de contenidos más complejo o más abstracto, que se proporcione o que se recuerde, para elaborar explicaciones a sucesos y procesos más complejos o menos conocidos. También pueden llevar a cabo experimentos que requieran dos o más variables independientes en un contexto restringido . Los estudiantes en el nivel 4 son capaces de justificar un diseño experimental basándose en los elementos del conocimiento procedimental y epistémico, y pueden interpretar datos extraídos de un conjunto de datos moderadamente complejos o de un contexto menos familiar, sacar conclusiones adecuadas que vayan más allá de los datos y justificar sus elecciones.
3	484	En el nivel 3, los estudiantes son capaces de utilizar un conocimiento conceptual de complejidad media para identificar o elaborar explicaciones de fenómenos conocidos. En un contexto menos familiar o en situaciones más complejas pueden elaborar explicaciones con apoyo o con indicaciones oportunas. Los estudiantes en el nivel 3 pueden utilizar elementos de conocimiento procedimental o epistémico para llevar a cabo experimentos simples en un contexto restringido , y son capaces de distinguir entre lo que es científico y lo que no e identificar las pruebas que respaldan un enunciado científico.
2	410	Los estudiantes son capaces de hacer uso de conocimiento de contenidos de la vida diaria y de conocimiento procedimental elemental para identificar una explicación científica adecuada , interpretar datos e identificar la pregunta que responde a un diseño experimental sencillo. Los estudiantes en el nivel 2 pueden utilizar conocimiento científico elemental o de la vida diaria para identificar una conclusión válida de un conjunto de datos sencillo, y demuestran conocimiento epistémico elemental, al ser capaces de identificar preguntas que pueden ser resueltas de manera científica.
1a	335	Los estudiantes son capaces de hacer uso de un conocimiento conceptual y procedimental elemental o de la vida diaria para reconocer o identificar explicaciones de fenómenos científicos sencillos. Con ayuda, pueden realizar investigaciones científicas estructuradas con no más de dos variables y pueden seleccionar la mejor explicación científica para los datos proporcionados en contextos personales, locales y globales conocidos, y son capaces de identificar relaciones causales o correlaciones sencillas e interpretar datos gráficos y visuales de baja exigencia cognitiva .
1b	261	Los estudiantes pueden hacer uso de un conocimiento conceptual elemental o de la vida diaria para reconocer aspectos de fenómenos sencillos o conocidos. Son también capaces de identificar patrones simples de datos, reconocer términos científicos elementales y seguir instrucciones explícitas para llevar a cabo un procedimiento científico.

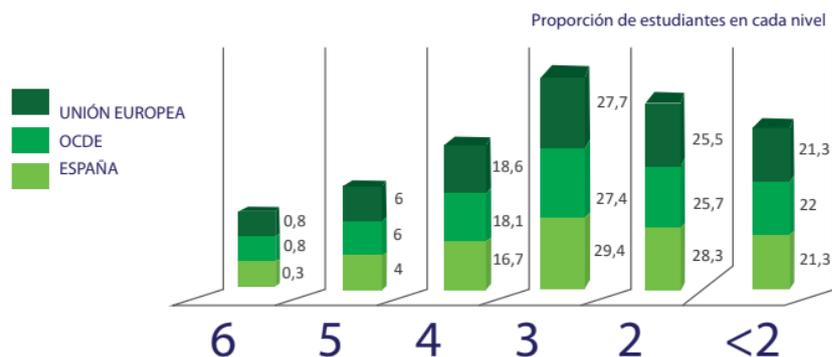


Fig. 2 Proporción de estudiantes en cada nivel de rendimiento en ciencias (pruebas PISA 2018). Fuente: OECD (2019)

Además, los profundos cambios de la sociedad actual, la globalización y el impacto de las nuevas tecnologías hacen necesaria una adecuación continua y reflexiva de las metodologías de enseñanza-aprendizaje, de forma que el alumno sea el protagonista del proceso de aprendizaje, teniendo un papel fundamentalmente activo. No solo son necesarias habilidades cognitivas, sino que también es necesario adquirir competencias transversales, como el pensamiento crítico y la creatividad, y actitudes clave, tales como la constancia y el entusiasmo.

Según Hattie (2009), las prácticas docentes que llevamos a cabo en el aula influyen decisivamente en el grado de aprendizaje de los alumnos. No obstante, el informe TALIS de 2018 (OCDE, 2018b) pone de manifiesto que la aplicación de determinadas prácticas docentes recomendables no está muy extendida en España, como prácticas de enriquecimiento de la enseñanza, p. ej., la asignación de proyectos de al menos una semana de duración, o prácticas de activación cognitiva que requieren que los estudiantes evalúen, integren y apliquen el conocimiento en el contexto del problema que vayan a resolver y tareas que requieran pensar de forma crítica o requieran que los estudiantes decidan qué procedimiento emplear para resolver tareas complejas.

Por otro lado, como señala la OCDE (OECD, 2014), la innovación educativa mejora la calidad de la educación, los resultados del aprendizaje y la eficiencia educativa (minimización de costes maximizando el “retorno de la inversión”). El concepto de innovación puede entenderse de maneras diferentes; según Paniagua e Istance (2018) es “un proceso de solución de problemas basado en la profesionalidad de los profesores, una respuesta normal para afrontar los cambios diarios de aulas en cambio permanente”. Según el informe TALIS de 2018 (OCDE, 2018b), en casi 9 de cada 10 centros de secundaria de España se aceptan nuevas ideas de buen grado y el 84 % de los centros de secundaria españoles identifican con rapidez la necesidad de hacer las cosas de forma diferente. Además, los docentes son muy receptivos a la implementación de nuevas metodologías.

Por tanto, es evidente la necesidad de la implementación a nivel de aula de metodologías innovadoras para contribuir a la alfabetización científica de nuestros estudiantes, metodologías que contribuyan a un aprendizaje significativo y contextualizado, en el que el alumno adquiera un papel protagonista, que fomenten la consecución por parte del alumnado de niveles de rendimiento superiores en pruebas de evaluación internacionales como forma de evaluar los resultados del aprendizaje, de forma que el alumno sea capaz aplicar conocimientos conceptuales, procedimentales y epistémicos para presentar hipótesis o para hacer predicciones interrelacionando ideas y conceptos científicos de distintas ramas de la ciencia, interpretar datos discriminando la información relevante de la no relevante y aprovechando el conocimiento externo al currículo escolar, evaluar diseños de experimentos justificando sus elecciones y distinguir argumentos basados en pruebas y teorías científicas de los basados en otras consideraciones.

3. EL APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN

3.1 ANTECEDENTES Y FUNDAMENTO

El concepto de indagación nace en 1910 con el estadounidense John Dewey, en respuesta a que el aprendizaje de la ciencia estaba centrado en acumular información en vez de desarrollar las actitudes y habilidades requeridas para la ciencia (NRC, 2000, en Reyes- Cárdenas & Padilla, 2012).

El aprendizaje por indagación, aprendizaje por investigación, metodología indagatoria, Educación Científica Basada en Indagación (ECBI), Inquiry-Based Learning (IBL) o Inquiry-Based Science Education (IBSE) aparece en el panorama educativo internacional en los años 60, pero cobra protagonismo con la publicación en 1996 de los National Science Education Standards, o Estándares Nacionales de Educación en Ciencias de Estados Unidos (NRC, 1996).

En 1961, Schwab y Brandwein sugirieron que los profesores no debían presentar la ciencia de forma meramente teórica sino como una indagación, usando el laboratorio en primera instancia, de forma que los alumnos usaran la indagación para aprender ciencia.

Algunos autores, como De la Torre y Barrios (2002), señalan la indagación como una estrategia creativa de enseñanza, de forma que el profesor no se limita a transmitir los contenidos, sino que crea situaciones o contextos de aprendizaje; según este autor, se usa la interrogación, pero no la que reclama la evocación de lo aprendido, sino la que "despierta la curiosidad, la asociación ingeniosa, la aplicación original".

Según Guilar (2009), que realizó un profundo análisis de las ideas pedagógicas de Bruner, este último insiste en la importancia del aprendizaje por descubrimiento (aprendizaje por uno mismo o, como Piaget lo expresó, aprendizaje por invención). En el aprendizaje por descubrimiento, el profesor debe motivar a los estudiantes para que sean ellos mismos los que descubran relaciones entre conceptos y construyan conocimientos. Para que esto sea así, la información o contenidos de aprendizaje deben presentarse de manera adecuada a la estructura cognitiva (el modo de representación) del alumno.

En Europa, el informe Rocard (Rocard, 2007) afirma que, aunque la mayor parte de la comunidad científica reconoce que la metodología de enseñanza basada en la indagación o investigación es más efectiva, en la mayoría de países europeos no se está implementando. Según este documento, las metodologías basadas en la indagación aumentan el interés y la motivación de los estudiantes respecto a las ciencias, siendo eficaces para todo tipo de alumnado, no siendo excluyentes la metodología tradicional y la indagatoria. A partir de la publicación de este documento se han desarrollado a nivel europeo diversos proyectos que fomentan el desarrollo de programas que apuestan por el aprendizaje por indagación.

En Reino Unido, un estudio del gobierno evidenció que la implicación y motivación de los estudiantes en asignaturas de ciencias aumentó significativamente entre 2007 y 2010 con el uso de metodologías centradas en el desarrollo de habilidades de indagación o investigación (OFSTED, 2011).

En España, el informe ENCIENDE (Couso, Jiménez, López-Ruiz, Mans, Rodríguez, Rodríguez y Sanmartí, 2011), publicado por la Confederación de Sociedades Científicas de España, apuesta por "una enseñanza de las ciencias tiene que ser más auténtica respecto de la práctica científica en el aula, incluyendo investigaciones guiadas y abiertas pero sin olvidar la importancia del aprendizaje conceptual. [...] No se trata de abandonar una enseñanza esencialmente factual y reproductiva por otra meramente manipulativa, sino de conjuntar la exploración de los fenómenos y la indagación con la conceptualización de las grandes ideas (que no los detalles o el vocabulario) de la ciencia."

El informe ENCIENDE (Couso, 2011) señala la importancia de abordar los contenidos científicos mediante proyectos de indagación o unidades didácticas diseñadas en torno a tareas de aplicación que integren conocimientos de distintos tipos. Además, pone de manifiesto que el interés de los alumnos adolescentes por las ciencias aumenta al plantear trabajos de indagación o experimentación de cierta duración, en vez de al hacer énfasis únicamente en la adquisición de conceptos.

A nivel internacional, se han llevado a cabo diversos proyectos que fomentan este enfoque metodológico, tales como *La main à la pâte* en Francia (<https://www.fondation-lamap.org/>) o el programa *Science and Technology for Children* (STC) en Estados Unidos. A nivel europeo podemos citar más específicamente los siguientes proyectos:

- PRIMAS (<https://primas-project.eu/>)
- INQUIRE (<https://www.fgua.es/proyectos-investigacion/ciencia-salud/proyecto-europeo-inquire/>)
- MASCIL (<https://mascil-project.ph-freiburg.de/>)
- SAILS (<http://www.sails-project.eu/>)
- ENGAGE (<https://www.engagingscience.eu/en/overview/>)
- IRRESISTABLE (<http://www.irresistible-project.eu/index.php/pt/blog-pt/168-models-of-inquiry-and-the-irresistible-6e-model>)
- PARRISE (<https://www.parrise.eu/our-approach/>)
- PROFILES (<http://www.profiles-project.eu/>)

3.2 EL APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN

El concepto de indagación es ampliamente usado por educadores e investigadores, pero no existe una definición única. Algunas nociones reconocidas que se tienen sobre la indagación son fomentar el cuestionamiento, desarrollar estrategias de enseñanza para motivar el aprendizaje, promover habilidades experimentales y, por último, la idea de “manos a la obra - mentes trabajando” o “*hands-on & minds-on learning*” (Contrera, Martí y Senrra, 2019).

Otros términos utilizados para caracterizar la indagación son: método científico, proceso científico, solución de problemas, identificación de preguntas que puedan ser contestadas a través de investigaciones científicas, formulación de hipótesis, diseño de experimentos, toma y análisis de datos, uso apropiado de herramientas y técnicas, comunicación de conclusiones o construcción de conocimiento conceptual (Aragüés, Quílez y de la Gándara, 2014).

Según Aragüés et al. (2014), los elementos estudiados en secuencias de aprendizaje basadas en la indagación se pueden agrupar en tres grandes grupos:

- El papel que juega el lenguaje o habilidades de comunicación
- La evolución del conocimiento o la complejidad en el uso de modelos
- El papel de las preguntas como guía del proceso de construcción del conocimiento

El método indagatorio se puede entender como un proceso en el cual “se plantean preguntas acerca del mundo natural, se generan hipótesis, se diseña una investigación, y se colectan y analizan datos con el objeto de encontrar una solución al problema” (Hernández, Fernández y Baptista, 2004).

Estos mismos autores señalan que en un proceso indagatorio partimos de una pregunta clave, que guía todo el proceso a partir de la cual se van obteniendo evidencias mediante la exploración y/o experimentación; dichas evidencias se analizan e interpretan para poder explicar determinados fenómenos desde un punto de vista científico. Esto se conecta con los aprendizajes previos del estudiante a través de su comunicación de

ideas y hallazgos y reflexión sobre su proceso de aprendizaje, con preguntas como qué aprendí, cómo lo aprendí y cuáles son sus implicaciones.

Todo ello es coherente con el modelo constructivista de la enseñanza en ciencias (Herrera, 2015):

- El docente plantea conflictos y guía su solución, siendo el estudiante quien activa sus conocimientos y construye nuevos, dirigiéndose la enseñanza a la activación y cambio de conocimientos previos.
- El docente expone problemas y guía la solución, siendo el estudiante quien construye los conocimientos mediante procesos investigativos, fundamentándose la enseñanza en la resolución guiada de problemas.
- El docente proporciona conocimientos, explicaciones y orienta la constatación de modelos, siendo el alumno quien diferencia e integra distintos tipos de conocimiento y modelos, fundamentándose la enseñanza en la comparación y confrontación de conceptos y modelos.

Por tanto, la metodología indagatoria para el aprendizaje de las ciencias se basa en que, para lograr aprendizajes realmente significativos y duraderos, los estudiantes deben, entre otras cosas, interactuar con problemas concretos, hacer sus propios descubrimientos y construir de manera activa su aprendizaje, para lo cual los problemas deben ser significativos e interesantes para los estudiantes (Contrera et al., 2019).

3.3 NIVELES EN LA INDAGACIÓN

Según Bell, de Smetana y Binns (2005), el concepto de niveles de indagación fue descrito por primera vez por Schawb en 1962. Herron identificó tres niveles de indagación en las actividades de ciencias en 1971; posteriormente, Rezba, Auldridge y Rhea (1999) desarrollaron el actualmente más aceptado modelo de cuatro niveles de indagación. Según este modelo, hay una serie continua de cuatro niveles o tipos de indagación según el grado de protagonismo que tiene el profesor durante la clase y el rol del estudiante en el proceso.

El nivel de indagación del estudiante determina el grado de complejidad de las actividades que se deberán realizar y la profundidad de los resultados. Así, un estudiante sin experiencia en actividades de investigación realizará, con la guía constante del docente, una indagación constatada, mientras que un estudiante experimentado en el trabajo investigativo será capaz de realizar una indagación abierta. Los cuatro niveles de indagación son:

- En el primer nivel, la “**indagación constatada**”, los estudiantes cuentan con la pregunta, el procedimiento (método) y los resultados que se conocen de antemano. La indagación constatada es útil cuando el objetivo del profesor es reforzar una idea ya introducida, para introducir a los estudiantes a la experiencia de llevar a cabo investigaciones o para practicar con los alumnos habilidades específicas de indagación, tales como recogida y registro de datos.
- En el siguiente nivel, la “**indagación estructurada**”, la pregunta y el procedimiento son todavía proporcionados por el profesor; sin embargo, los estudiantes generan una explicación apoyada en la evidencia que han recogido.
- En el tercer nivel, la “**indagación guiada**”, el profesor proporciona a los estudiantes sólo la pregunta de indagación y los estudiantes diseñan el procedimiento para resolver la pregunta y explicar los resultados. Debido a que este tipo de indagación es más complicada que la indagación estructurada, es más exitosa cuando los estudiantes han tenido numerosas oportunidades para aprender y practicar diferentes formas de planificar los experimentos.
- En el cuarto nivel de indagación, y más alto, encontramos la “**indagación abierta**”; los estudiantes tienen la oportunidad de actuar como científicos, diseñar y llevar a cabo investigaciones y comunicar

donde se discuten los aspectos a profundizar. Para el profesor esta etapa sirve de base en lo que respecta a la planificación de clase.

- **Etapa 2 o de Exploración**

Después de que se han extraído los aspectos más relevantes del tema, los educandos trabajarán la información de forma concreta, es decir, con información específica del mismo, con el fin de buscar respuestas y entender mejor los fenómenos relacionados con el tema a desarrollar.

- **Etapa 3 o de Reflexión**

Esta parte del proceso busca que los datos sean organizados, de manera que se puedan comprender las ideas y analizar los resultados; por lo tanto, el fin de esta etapa es consolidar los conocimientos.

- **Etapa 4 o de Aplicación**

En esta etapa se encuentran implícitas las demás etapas, tiene como fin el desarrollo práctico de lo aprendido, es decir, la aplicación del conocimiento adquirido a la cotidianidad. Al finalizar las tres primeras etapas, se pueden vislumbrar dos dimensiones propias de las ciencias:

- **Actualización del Conocimiento:** esta dimensión se refiere a las unidades didácticas seleccionadas.
- **Vivencia de las Estrategias o Procedimientos:** se refiere a la adquisición del conocimiento mediante la aplicación.

Las etapas metodológicas para aplicar el método indagatorio constituyen una guía para el docente y el estudiante, constituyendo una secuencia lógica con carácter investigativo, experiencial y participativo. En la tabla 3 se muestra el “accionar metodológico” sugerido por Contrera et al. (2019), que distingue las acciones metodológicas para el docente y el estudiante en cada una de las etapas anteriores.

Tabla 3. Acciones metodológicas del método indagatorio (Fuente: Contrera et al., 2019)

DOCENTE	ESTUDIANTE
Focalización	Focalización
Sirve de base a la planificación de la clase	Focaliza las potencialidades o dificultades teniendo en cuenta la práctica sistemática
Propone un tema o situación para que los estudiantes estructuren y den forma a sus ideas	Crea una situación a partir de su experiencia o no
Exploración	Exploración
Incentiva a los alumnos a trabajar colaborativamente sin la guía directa del docente	Piensa libremente dentro del contexto de la actividad
Observa y escucha a los alumnos mientras trabajan	Evalúa sus predicciones e hipótesis
Reflexión	Reflexión
Incentiva a los alumnos a que formulen definiciones y expliquen conceptos en sus propias palabras	Explica en sus propias palabras posibles alternativas o soluciones
Pide a los alumnos que justifiquen (den evidencias) sus aseveraciones o ideas, que las clarifiquen	Escucha atenta y críticamente las explicaciones que otros dan
Aplicación	Aplicación
Espera que los alumnos utilicen los conceptos, definiciones, explicaciones, etc.	Utiliza los conceptos, definiciones, explicaciones y nomenclatura formal ya entregada al enfrentar una situación parecida
Incentiva a los alumnos a aplicar o extender los conceptos y destrezas a situaciones nuevas	Utiliza lo que ya sabe para hacer preguntas, proponer soluciones, tomar decisiones y diseñar experimentos
Evaluación	Evaluación
Observa a los alumnos aplicando lo aprendido	Responde a preguntas abiertas en función de sus observaciones, evidencias y explicaciones
Evalúa los conocimientos y las destrezas de los alumnos	Demuestra comprender o conocer los conceptos o destrezas

4. DISEÑO DE UN MÓDULO DE INDAGACIÓN

4.1 INTRODUCCIÓN

El diseño de un módulo de indagación se enmarca dentro dos proyectos de ámbito europeo: el proyecto PARSEL (www.PARSEL.eu) y el proyecto PROFILES (<http://www.profiles-project.eu/>).

El proyecto PARSEL (*Popularity and Relevance of Science Education for Scientific Literacy*) se inició con el objeto de diseminar módulos de enseñanza-aprendizaje basados en un modelo filosófico que pretende promover la alfabetización científica de un modo relevante y que fomente el interés y el disfrute, de forma que los estudiantes se den cuenta de qué supone la ciencia para la sociedad y se anime a los estudiantes a considerar para su futuro carreras del ámbito científico y tecnológico (Eugenio y Charro, 2012).

El proyecto PROFILES (*Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science - Reflexión profesional centrada en el aprendizaje por indagación y en la educación mediante la ciencia*) se constituyó como un consorcio de red cooperativa formado por 21 instituciones, entre ellas la Universidad de Valladolid, pertenecientes a 20 países, nacido bajo el Programa Marco 7PM de la Comisión Europea. Su objetivo fundamental era promocionar el aprendizaje de las ciencias basado en la indagación. La singularidad de su enfoque residía en la especial atención que se presta al aumento de la autoeficacia de los profesores de ciencias, para lo cual se les presta un programa de formación longitudinal y profesional. Dicha formación daba mucha importancia al hecho de que los profesores puedan encontrar formas de aumentar la motivación de los estudiantes, tanto intrínseca (relevancia, significación, importancia) como extrínseca (estímulo del profesor, ambiente en el aula y refuerzo del aprendizaje). Así, el proyecto PROFILES trataba de orientar a los profesores para que hicieran el aprendizaje de las ciencias más significativo en el marco del entorno cultural en el que se desarrollara el aprendizaje. Además, pretendía que los docentes conocieran mejor el nuevo propósito de la enseñanza de ciencias en los centros educativos y la importancia de estar en contacto con otros profesores (Charro, Gómez-Niño, Padilla y Plaza, 2012)

Según PROFILES, la mejora en la enseñanza de ciencias se debe realizar mediante:

- Nuevas formas de pedagogía mediante la introducción en las aulas de estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en la indagación utilizando materiales existentes o de nueva creación.
- Formación del profesorado para la utilización de estas estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- Desarrollo de redes de profesores nacionales e internacionales.

La formación del profesorado debía incluir actividades llevadas a cabo por los profesores, en los centros educativos, para fomentar entre los alumnos el aprendizaje motivador basado en la indagación y, también, para involucrar a dichos alumnos en creativos procesos científicos de toma de decisiones socio-científicas y de resolución de problemas. El método docente fomentado en PROFILES se llevaba a cabo utilizando módulos o unidades didácticas existentes (www.PARSEL.eu) adaptados por el profesor.

La filosofía propia de un módulo de indagación es “encuadrar” el aprendizaje de las ciencias en un marco social cotidiano. De este modo, no se comienza a enseñar ningún tema partiendo de alguna idea científica. El tema científico se introduce sólo cuando los estudiantes lo sienten como una necesidad.

Un factor principal es garantizar la motivación intrínseca de los estudiantes. Dicha motivación no surge porque el profesor se base en un enfoque de aprendizaje motivacional, sino que la motivación va a surgir de los propios estudiantes, quienes quieren saber más. En pocas palabras, un módulo de indagación inicia el aprendizaje de un tema de una forma afín a los estudiantes. Y esta afinidad se estimula aún más al presentar el aprendizaje como relevante para los estudiantes (según opiniones de los propios estudiantes).

4.2 METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA DEL MÓDULO

Para diseñar un módulo, hemos de tener en cuenta qué contenidos y competencias vamos a trabajar teniendo en cuenta el enfoque metodológico de un módulo de indagación. Tradicionalmente, esta metodología incluye tres etapas (Charro et al., 2012):

- **ETAPA 1:** reconocimiento del área de aprendizaje y las necesidades científicas de aprendizaje asociadas, desde un punto de vista motivacional por parte del estudiante. En esta etapa el estudiante se centra en un problema o preocupación, dentro de la sociedad, que está relacionado con ideas científicas conceptuales. De esta manera, el aprendizaje es iniciado con un escenario en relación a dicho problema en cuestión. Se establece la importancia del problema, los puntos de vista con valor educativo para el estudiante y la identificación del conocimiento y las habilidades necesarias para comenzar a desarrollar las competencias para la toma de la decisión final. En esta etapa se pretende lograr la motivación intrínseca en el alumno (relevancia, significación, importancia desde el punto de vista de los estudiantes).
- **ETAPA 2:** descontextualización, focalizada en las ideas y principios científicos asociados al problema de estudio. El docente aclara concepciones erróneas que tienen los estudiantes sobre el tema y proporciona el andamiaje sobre el cual pueden continuar su aprendizaje y realizar la toma de la decisión final. En esta etapa, la motivación intrínseca de los alumnos está fuertemente reforzada por la motivación extrínseca por parte del docente. El enfoque de enseñanza se centra en la indagación científica, de manera que, progresivamente, el estudiante va avanzando en su aprendizaje sobre el problema en cuestión.
- **ETAPA 3:** re-contextualización. Consolidación de las ideas científicas y aplicación contextualizada a la situación socio-científica. El objetivo es promover las competencias a fin de que los estudiantes tengan la habilidad o capacidad potencial para resolver problemas y tomar decisiones, en un sentido socio-científico. El aprendizaje se vuelve a contextualizar de nuevo en un entorno social. Esto conduce a la toma de decisiones socio-científica. El estudiante consolida el aprendizaje obtenido en la etapa segunda, reforzando las ideas conceptuales y justificando razonadamente sus puntos de vista sobre el problema, desde un enfoque científico, tanto verbalmente como por escrito (debates, carteles, maquetas...).

Tabla 4. Etapas para la elaboración de un módulo de indagación (Charro et al., 2012).

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Enfoque	Un título y un escenario sobre la vida cotidiana para motivar al estudiante. Hacer hincapié en la motivación creada en el alumno para activar el aprendizaje de la ciencia.	Profesores participativos, alumnos motivados por el aprendizaje, enseñanza basada en la indagación incorporada a la resolución de problemas científicos (motivación aplicada al aprendizaje científico).	Profesor guía, centrada en el estudiante, toma de decisiones socio-científicas. Aplicación de la ciencia adquirida en un contexto social.
Competencias	Comunicación oral, aprendizaje previo, pensamiento crítico, educación a través de la ciencia.	Planificación, habilidades de proceso, habilidades de presentación, sacar conclusiones, resolución de problemas, habilidades interpersonales.	Habilidades interpersonales, refuerzo de conceptos científicos. Argumentación, habilidades sociales, valores sociales, toma de decisiones.
Enseñanza-aprendizaje de la ciencia	Identificar la ciencia en el contexto de la enseñanza constructivista, identificar preguntas de indagación científica.	Aprendizaje conceptual, mapas conceptuales, habilidades en la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI).	Transferencia del aprendizaje conceptual a nuevas situaciones.

Por último, la estructura seguida para el diseño del módulo es la especificada por Charro et al. (2012) y que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Estructura de un módulo de indagación (Charro et al., 2012).

1	Escenario	Qué es lo que se va a investigar o indagar
2	Guía del profesor	Describe el escenario y las actividades con detalle. Además, sugiere un enfoque de enseñanza e incluye aspectos a tener en cuenta por parte del profesor sobre las actividades que van a realizar los alumnos.
3	Guía del alumno	Descripción de las actividades que van a hacer los alumnos
4	Evaluación	Cómo se va a llevar a cabo la evaluación del módulo.

5. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO DE INDAGACIÓN

5.1 TÍTULO DEL MÓDULO

¿ES MEJOR EL JABÓN ARTESANAL QUE EL COMERCIAL?



5.2 RESUMEN

Este módulo de indagación está dirigido a alumnos de 2º de la Bachillerato. Incluye diferentes actividades en las que se estudian los jabones y el proceso químico asociado a su fabricación. Los alumnos indagarán sobre los jabones, por qué limpian y cómo se elaboran (tanto las reacciones químicas implicadas como los reactivos necesarios para obtener un jabón determinado). También se abordará la diferencia entre jabones y detergentes. Además, se analizarán los posibles perjuicios para la salud y el medio ambiente derivados del uso de los jabones y detergentes comerciales (industriales). Los alumnos diseñarán su propia práctica de laboratorio de elaboración de jabón artesanal y diseñarán experiencias para comparar los jabones y detergentes comerciales con los artesanales. De este modo, los alumnos se familiarizarán con los aspectos químicos asociados a la fabricación del jabón, con el trabajo en el laboratorio y el método científico, y tomarán consciencia de la importancia de la química en la vida diaria.

5.3 OBJETIVOS

El módulo contribuye a desarrollar en los alumnos las capacidades que les permitirán conseguir los objetivos establecidos en el artículo 33 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación y en el artículo 25 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, concretamente los siguientes:

- Comprender la química asociada a un producto de uso cotidiano como es el jabón y, por ende, comprender la importancia de la química en la vida diaria
- Fomentar la búsqueda de información de índole científica
- Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación
- Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos

- Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico
- Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente
- Responder a la pregunta planteada de forma razonada en base al conocimiento socio-científico adquirido

5.4 COMPETENCIAS

Las competencias que se pretende que los alumnos adquieran con este módulo son las competencias clave del Sistema Educativo Español, indicadas en el artículo 2 de la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato, concretamente las siguientes:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología
- Competencia digital
- Comunicación lingüística
- Aprender a aprender
- Competencias sociales y cívicas
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor

Con este módulo pretendemos trabajar fundamentalmente **las competencias básicas en ciencia y tecnología**, que son las que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él mediante acciones orientadas a la conservación y mejora del medio natural. Estas competencias contribuyen además al desarrollo del pensamiento científico, pues se aplican métodos propios del método científico y son necesarias las destrezas tecnológicas que conducen a la adquisición de conocimientos, la contrastación de ideas y la aplicación de los descubrimientos al bienestar social.

De esta forma, pretendemos formar ciudadanos responsables y respetuosos que desarrollan juicios críticos sobre los hechos científicos y tecnológicos. Para desarrollar estas competencias es necesario abordar los saberes o conocimientos científicos relativos a la química y fomentar destrezas que permitan utilizar datos y procesos científicos para alcanzar un objetivo; es decir, identificar preguntas, resolver problemas, llegar a una conclusión o tomar decisiones basadas en pruebas y argumento científicos. También se incluyen actitudes y valores relacionados con la asunción de criterios éticos asociados a la ciencia, el interés por la ciencia, el apoyo a la investigación científica y la valoración del conocimiento científico, así como el sentido de la responsabilidad en relación a la conservación de los recursos naturales.

Concretamente, trabajaremos los siguientes dominios:

- **Investigación científica**
El acercamiento a los métodos propios de la actividad científica no solo permite el aprendizaje de destrezas en ciencias y tecnologías, sino que también contribuye a la adquisición de actitudes y valores para la formación personal: atención, disciplina, rigor, paciencia, limpieza, serenidad, atrevimiento, riesgo y responsabilidad, etc.
- **Comunicación de la ciencia**
Para transmitir adecuadamente los conocimientos, hallazgos y procesos.

5.5 CONTENIDOS

Los contenidos que se trabajarán con el presente módulo son los especificados en la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, para 2º de Bachillerato, concretamente:

- Bloque 1 :La actividad científica
 - o utilización de las estrategias básicas de la actividad científica
 - o el laboratorio de química
 - o el uso de las TIC para la obtención de información química
- Bloque 4: Síntesis orgánica y nuevos materiales.
 - o funciones y reacciones orgánicas (específicamente, la reacción de saponificación)
 - o secuencia de reacciones necesarias para obtener un compuesto orgánico a partir de otro

Tanto los contenidos como los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables, de conformidad con la citada Orden, se pueden encontrar en el Anexo 8.2.

En este módulo se trabajarán, además, diferentes elementos transversales, de conformidad con el artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, concretamente los siguientes:

- el desarrollo sostenible y el medio ambiente
- el sentido crítico
- la comunicación audiovisual, las Tecnologías de la Información y la Comunicación
- la comprensión lectora, la expresión oral y escrita
- la educación cívica
- aptitudes como la creatividad, la autonomía, la iniciativa y el trabajo en equipo

5.6 TIPO DE ACTIVIDADES

- Brainstorming, puesta en común
- Lectura de textos de carácter o contenido científico
- Búsqueda de información mediante TIC, libros, etc.
- Trabajo en grupo (colaborativo) y trabajo individual
- Diseño de una práctica de laboratorio
- Práctica de laboratorio
- Informe escrito
- Exposición oral

5.7 SESIONES

4 sesiones de 50 minutos cada una

5.8 GUÍA DEL PROFESOR

5.8.1 TEMPORALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

SESIÓN 1	<p>Presentación del módulo</p> <p>Planteamiento del escenario</p> <p>Actividad 1: Brainstorming</p> <p>Actividad 2: Búsqueda de información: química del jabón</p>
SESIÓN 2	<p>Actividad 3: Diseño del guion de la práctica de laboratorio de la Experiencia 5.1 “Elaboración de jabón” con ayuda de las TIC (calculadora de saponificación)</p> <p>Actividad 4: Diseño de experiencias para comparar jabones y detergentes artesanales con los comerciales</p>
SESIÓN 3	<p>Actividad 5: Práctica de laboratorio “Elaboración de jabón y detergente”</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experiencia 5.1 Elaboración de jabón - Experiencia 5.2. Elaboración de detergente con nueces de nogal indio
SESIÓN 4	<p>Actividad 6: Comparación de jabones y detergentes artesanales con los comerciales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experiencia 6.1. Poder emulgente - Experiencia 6.2. Poder detergente - Experiencia 6.3. Preparación de una solución de jabón o detergente - Experiencia 6.4. Ensayo con cloruro de calcio - Experiencia 6.5. Ensayo con nitrato férrico - Experiencia 6.6. Ensayo con fosfato de potasio - Experiencia 6.7. Ensayo con bicarbonato de sodio
Tarea para casa	<p>Actividad 7: Elaboración de informe de laboratorio</p>
SESIÓN 5	<p>Actividad 8: Presentación oral: ¿Es mejor el jabón artesanal que el comercial?</p>

5.8.2 ACTIVIDADES Y ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

SESIÓN 1

Durante la presentación del módulo se explicará a los alumnos en qué consistirá y cómo se desarrollarán las actividades que lo integran. Asimismo se informará a los alumnos de la forma de evaluación.

Escenario

¿ES MEJOR EL JABÓN ARTESANAL QUE EL COMERCIAL?



El alumno deberá leer el texto publicado en el siguiente enlace de internet: <http://jabonesartesanalesecosoap.blogspot.com/2016/07/diferencias-entre-el-jabon-artesanal-y.html>. El texto de lectura se puede encontrar recogido en el Anexo 8.2. A continuación, se muestra un extracto:

“Puede sonar como que el nuevo jabón comercial es mejor, más barato, más colorido y de mejor aroma que el jabón de fabricación artesanal con productos naturales. [...]”

El alumno deberá responder a la pregunta: ¿Es mejor el jabón artesanal que el comercial?

Actividad 1: Brainstorming

El objetivo principal de esta actividad es comprobar y activar los conocimientos previos que los alumnos tienen que tener a la hora de afrontar el tema, por lo que el docente únicamente planteará las preguntas, observará y escuchará, y actuará de “moderador”, sin participar de forma directa en la actividad.

Además, con esta actividad se potencia la creatividad de los alumnos en un ambiente motivador, se favorece la intervención múltiple voluntaria, se generan ideas de calidad y se favorece el pensamiento crítico y divergente.

Se pedirá a los alumnos que respondan a las siguientes preguntas y que pongan en común las respuestas con sus compañeros:

- ¿Qué es un jabón? ¿Por qué limpia?
- ¿Cómo se fabrica un jabón? ¿Qué ingredientes lleva? ¿Influyen los ingredientes de un jabón en sus propiedades?
- ¿Existe diferencia entre jabón y detergente?
- ¿Son perjudiciales para el medio ambiente los jabones y/o detergentes que usamos habitualmente? ¿Y para nuestra salud?
- ¿Existen alternativas a los detergentes y jabones comerciales?
- ¿Es mejor un jabón comercial que un jabón artesanal?

Para la realización de esta actividad es recomendable que los alumnos trabajen en grupos de 3-4 alumnos de forma colaborativa y que, en la puesta en común, las ideas que hayan ido surgiendo a lo largo de la sesión se apunten en la pizarra.

Actividad 2: Búsqueda de información: Química del jabón

El objetivo de esta actividad es que los alumnos busquen información sobre los jabones y detergentes en internet, libros, revistas especializadas u otras fuentes y que respondan a las preguntas planteadas en la actividad anterior y comparen las respuestas tras la búsqueda de información científica con las respuestas de la lluvia de ideas. Es muy importante que identifiquen qué ideas previas eran erróneas y porqué. Finalmente, deberán proponer alternativas a los jabones y detergentes comerciales y cómo comprobarían si es mejor un jabón artesanal que uno comercial.

En esta actividad se realizará en grupos de 3-4 alumnos. Respecto a la búsqueda en internet, se debe ayudar al alumno a filtrar los resultados de la búsqueda y a desarrollar un espíritu crítico. Si, según se desarrolla la sesión, se aprecia que los estudiantes tienen grandes dificultades para encontrar resultados científicamente relevantes, se podrán dar "pistas de búsqueda" a los alumnos, sugiriendo introducir determinadas palabras de búsqueda en internet o determinadas páginas.

El rol del docente durante esta actividad es activo, puesto que debe ayudar al alumno a buscar la información relevante y ayudar a aclarar concepciones erróneas que los alumnos pudieran tener sobre los jabones y detergentes, sus prejuicios y las posibles alternativas al uso de jabones y detergentes comerciales. En el Anexo 8.3 se puede encontrar información complementaria para el docente sobre la química del jabón.

Al acabar la sesión el alumno debe ser capaz de contestar a las preguntas planteadas durante la actividad 1 pero en base a la información científica buscada por él mismo.

SESIÓN 2

Actividad 3: Diseño del guion de la práctica de laboratorio de la Experiencia 5.1 "Elaboración de jabón"

Puesto que en la sesión anterior el alumno ha indagado sobre qué es un jabón, cómo se elabora y que los jabones artesanales pueden ser una alternativa a los jabones comerciales, durante esta actividad se propondrá a los alumnos que, en base al guion de una práctica de laboratorio estándar de elaboración de jabón proporcionado por el profesor, diseñen la receta para la elaboración de su propio jabón, que llevarán a cabo en la próxima sesión en el laboratorio (Actividad 5, Experiencia 5.1), con la ayuda de las TIC, en concreto con ayuda de una herramienta llamada calculadora de saponificación.

Nuestro objetivo es el aprendizaje autónomo por parte de los alumnos y el fomento del trabajo colaborativo, por lo cual trabajarán en grupos de 3-4 personas. Como la elaboración de jabón artesanal es relativamente sencilla, con las debidas precauciones de seguridad, incluso la pueden llevar a cabo en sus propias casas, de forma que llevamos el laboratorio a sus hogares, podemos contextualizar el aprendizaje y lograr que sean conscientes de la aplicabilidad de la química en el día a día.

En primer lugar, se proporcionará a los alumnos el guion de una práctica de laboratorio estándar de elaboración de jabón, que se puede encontrar adjunto en el Anexo 8.4.1; el guion se proporciona para que el trabajo autónomo por parte del alumno resulte motivador pero no excesivo. Se pedirá a los alumnos que modifiquen parcialmente dicho guion para la elaboración de su propio jabón y especifiquen, en concreto:

- qué reactivos van a usar
- qué cantidad de cada reactivo y en qué concentración
- la función de cada reactivo

Para ello, los alumnos visitarán la calculadora de saponificación Mendrulandia, que se puede encontrar en el siguiente enlace: <https://calc.mendrulandia.es/?lg=es>. Esta página está dedicada al jabón artesanal y al elaborado en casa y enseña cómo hacer jabón artesanal con todos los detalles y pormenores. Con la guía y ayuda del profesor, dejaremos que los alumnos naveguen por la página e indaguen sobre su funcionamiento, para que finamente determinen qué ingredientes usarán y expliquen de forma razonada desde un punto de vista científico por qué han elegido cada ingrediente, su función y la cantidad y concentración necesarias. Desde esta aplicación podemos trabajar muchos aspectos, por ejemplo:

- función de cada ingrediente (reactivos saponificables, acidificantes, conservantes, antiespumantes, exfoliantes, aromatizantes, estabilizantes del pH, endurecedores, etc.)
- concentración, pureza, cambio de unidades
- propiedades del jabón en función el tipo y cantidad de los reactivos (acondicionado, burbujas, dureza, poder limpiador, solubilidad, etc.)

Se puede encontrar más información sobre el funcionamiento de esta página en el Anexo 8.5.

Entre los reactivos que podemos usar cabe destacar la elección de aceite usado (altamente contaminante), de forma que se fomenta una forma de reciclaje del mismo y, además, es una alternativa barata para la fabricación del jabón.

Al finalizar la sesión los alumnos habrán aprendido a usar la herramienta TIC calculadora de saponificación y, mediante su uso, habrán modificado el guion estándar de la práctica de elaboración de jabón proporcionado por el profesor (en concreto, los reactivos y la cantidad y concentración de cada uno) para llevar a cabo la fabricación de su propio jabón, que llevarán a cabo en la próxima sesión en el laboratorio (Actividad 5).

Actividad 4: Diseño de experiencias para comparar jabones y detergentes artesanales con los comerciales

Durante esta actividad se pedirá a los alumnos que colaboren en el diseño de experiencias sencillas para evaluar si son mejores los jabones y detergentes comerciales que los artesanales elaborados por ellos mismos, experiencias que se llevarán a cabo en el laboratorio durante la sesión 4 (Actividad 6).

A partir de ahora, cada vez que empleemos el adjetivo artesanal, nos estaremos refiriendo al jabón o al detergente elaborado por los alumnos en el laboratorio. El objetivo de esta actividad es que diseñen las experiencias que llevarán a cabo en el laboratorio durante la siguiente sesión. Esta actividad la realizarán en los mismos grupos que la anterior, de forma colaborativa.

Debemos recordar que, aunque generalmente la palabra comercial se usa como sinónimo de industrial, esto no siempre es así; de hecho cada vez se comercializan más productos elaborados de forma artesanal y, por tanto, no industriales.

Por tanto, los alumnos diseñarán experiencias para comparar:

- jabón comercial que traerán de su propio hogar con jabón artesanal que elaborarán ellos mismos en el laboratorio durante la sesión 3 que se desarrollará con posterioridad (Actividad 5, Experiencia 5.1).
- detergente para ropa comercial que traerán de su propio hogar con detergente para ropa artesanal que elaborarán ellos mismos a partir de nueces de nogal indio durante la sesión 3 que se desarrollará con posterioridad (Actividad 5, Experiencia 5.2).

Y analizarán los siguientes factores:

- Poder emulgente
- Poder detergente (en frío/caliente, sin/con frotación)
- Comportamiento en aguas duras

- Comportamiento en aguas ácidas
- Comportamiento tras el uso de sales de intercambio iónico

Podremos realizar una indagación guiada, si los alumnos ya tienen experiencia en la planificación de experimentos, de forma que sean los propios estudiantes los que diseñen las experiencias, o una indagación estructurada, ayudando a los estudiantes o proporcionándoles el procedimiento experimental para realizar las experiencias. En todo caso, los alumnos deberán indicar claramente y anotar para el posterior informe:

- los reactivos y materiales que serán necesarios
- el fundamento teórico de la experiencia
- el procedimiento experimental que llevarán a cabo

Experiencia 1. Poder emulgente

El poder emulgente es la capacidad para producir dispersiones coloidales de grasa en medio acuoso o de agua en medio de grasa.

Poner unas gotas de aceite en un vaso de 50 mL, añadir una alícuota de la disolución del jabón o detergente artesanal y agitar. Repetir la operación mezclando el aceite con jabón o detergente comercial. Repetir la operación sólo con agua. Anotar los resultados observados.

Experiencia 2. Poder detergente

El poder detergente es la capacidad para eliminar la suciedad y la grasa de una superficie (piel, tejido etc.).

Manchar un trozo de tela con distintos productos y limpiar la mancha con el jabón o detergente artesanal y con los comerciales. Variar parámetros como la temperatura del agua, agitación, frotación, etc. Anotar los resultados observados en una tabla.

Experiencia 3. Preparación de una solución de jabón o detergente

Colocar el jabón o detergente (aproximadamente una espátula) en un tubo de ensayo y agregar agua destilada completando $\frac{3}{4}$ del volumen del mismo. Determinar el pH de la solución de jabón o detergente preparada con cinta de pH. Tapar y agitar vigorosamente. Observar si se produce la formación de espuma.

Experiencia 4. Ensayo con cloruro de calcio

Las aguas duras son las que contienen iones polivalentes como calcio, magnesio o hierro. Los iones y el jabón forman sales insolubles denominadas espuma de espuma de agua dura.

Tomar una alícuota de 5 mL de la solución de jabón o detergente preparada en la experiencia 3 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 3.

Experiencia 5. Ensayo con nitrato férrico

Las sales de hierro producen la precipitación del jabón y, además, hacen que el pH del agua baje.

Tomar una alícuota de 5 mL de la solución de jabón o detergente preparada en la experiencia 3 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 3.

Experiencia 6. Ensayo con fosfato de potasio

El jabón precipitado se puede recuperar parcialmente mediante una reacción de intercambio iónico con una sal de fosfato.

Trasvasar la mitad del contenido del tubo de la experiencia 4 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 3 y 4. Repetir este ensayo con la mitad del contenido del tubo de la experiencia 5. Comparar con los tubos de las experiencias 3 y 5.

Experiencia 7. Ensayo con bicarbonato de sodio

El jabón precipitado también se puede recuperar mediante una reacción de intercambio iónico con una sal de carbonato.

Trasvasar la mitad del contenido del tubo de la experiencia 4 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 3 y 4. Repetir este ensayo con la mitad del contenido del tubo de la experiencia 5. Comparar con los tubos de las experiencias 3 y 5.

SESIÓN 3**Actividad 5: Práctica de laboratorio “Elaboración de jabón y detergente”**

Los alumnos, en grupos, realizarán la práctica de laboratorio, que consta de dos experiencias. Los objetivos de esta actividad son que lleven a la práctica la síntesis de un producto químico a partir de otros, aprendan a utilizar el material de laboratorio siguiendo las normas de seguridad adecuadas y conozcan los fundamentos del etiquetado y pictogramas de los productos químicos. Los alumnos realizarán las siguientes tareas:

- Experiencia 5.1 Elaborar jabón
 - o Elaborar jabón
 - o Obtener información de seguridad de las fichas FISQ (rellenar tabla 6)
 - o Reconocer el significado de los pictogramas
 - o Rellenar un cuaderno de laboratorio
- Experiencia 5.2 Elaborar detergente para ropa a partir de nueces de nogal indio

Experiencia 5.1 Elaboración de jabón

Cada grupo realizará su propio jabón, siguiendo el guion que elaboraron durante la actividad 3, que básicamente es el guion que se adjunta en el Anexo 8.4.1 pero con los ingredientes, cantidades y concentraciones determinadas por los propios alumnos con ayuda de la calculadora de saponificación durante la actividad 3.

El material necesario para esta práctica es un material del que habitualmente disponen los centros educativos y que se detalla en el Anexo 8.4.1. En caso de que el centro no disponga del material, deberemos presentar una propuesta para que el departamento, en función del presupuesto del centro, valore la posibilidad de comprarlo.

El espacio en que se desarrollará la práctica es el laboratorio del centro. La duración de esta práctica será de una sesión o periodo lectivo en el mismo día que, según el artículo 67 de la Orden de 29 de junio de 1994 por la que se aprueban las instrucciones que regulan la organización y funcionamiento de los institutos de Educación Secundaria, tendrá una duración mínima de 50 minutos. Según el artículo 68 de esta misma Orden, los grupos de más de 25 alumnos se podrán desdoblar una hora a la semana para realizar prácticas de

laboratorio, lo cual permitirá que los alumnos trabajen en grupos más pequeños y que el profesor pueda tener una atención y seguimiento más personalizado de los alumnos.

Es importante recordar siempre a los alumnos aspectos de seguridad básica para el trabajo en un laboratorio, aunque a priori nos puedan parecer obvios. En el caso de los materiales químicos a utilizar, hay que destacar la peligrosidad del hidróxido de sodio, que es muy corrosivo en contacto con los ojos, la piel y el tracto respiratorio, corrosivo por ingestión e inhalación. Además, ataca a algunas formas de plástico, de caucho y de recubrimientos y absorbe rápidamente dióxido de carbono y agua del aire; puede generar calor en contacto con la humedad o el agua.

Además se pedirá a los alumnos que completen una tabla como la tabla 6 a partir de los datos de las Fichas Internacionales de Seguridad Química o fichas FISQ que se pueden consultar fácilmente en la página web del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (www.insht.es/fisq), tabla que deberán incluir en el informe de laboratorio de la Actividad 7.

Tabla 6. Información extraída de las fichas FISQ

	Reactivo X	NaOH (relleno a modo de ejemplo)
Fórmula molecular y simplificada		NaOH
Otros nombres usados		Hidróxido sódico Sosa cáustica Sosa
Pictogramas de seguridad		
Principales peligros		La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación del aerosol de la sustancia puede originar edema pulmonar. NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadirla al agua siempre lentamente. Almacenar en un área que disponga de un suelo de hormigón, resistente a la corrosión.
Datos ambientales		Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los organismos acuáticos.

Los alumnos deberán reconocer el significado de cada pictograma según la siguiente tabla que pueden encontrar en la página web <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/postersTecnicos/ficheros/CARTEL%20SGA.pdf>

Además, el alumno deberá anotar en un cuaderno de laboratorio todos los cálculos que realice (por ejemplo, los cálculos realizados para preparar las disoluciones) y todo aquello que posteriormente les pueda ser útil para escribir el informe de prácticas o la exposición oral (por ejemplo, dibujos a mano con el montaje experimental, precauciones al manipular los reactivos, colores y/u olores observados). En el informe / exposición se les pedirá que expliquen la reacción que ha tenido lugar y el procedimiento experimental con sus propias palabras. También deberán anotar los aspectos relativos a las medidas de seguridad. Aunque el cuaderno de laboratorio no se use como método de evaluación, es importante que los alumnos entiendan la importancia de realizar las anotaciones de forma limpia y ordenada para poder posteriormente redactar un buen informe.

Experiencia 5.2. Elaboración de detergente con nueces de nogal indio

El objetivo de esta experiencia es que los alumnos elaboraren detergente para ropa artesanal a partir de nueces de nogal indio siguiendo el guion de laboratorio proporcionado por el docente y que se adjunta en el Anexo 8.4.2. Las nueces de nogal indio contienen saponinas, que son glucósidos de esteroides que tienen propiedades de detergencia similares a las del jabón y que se usan desde la antigüedad como detergente natural; la planta usada antiguamente en España con elevado contenido en saponinas es la saponaria o hierba jabonera. Algunas de las ventajas del uso de este detergente frente a los comerciales es que es biodegradable, respeta al medio ambiente al no verse sulfatos contaminantes y los restos (cáscaras de nuez) son residuos orgánicos que pueden usarse, por ejemplo, como compost para las plantas.

SESIÓN 5**Actividad 6: Comparación de jabones y detergentes artesanales con los comerciales**

Por último, los alumnos realizarán en grupos las experiencias sencillas diseñadas por ellos mismos en la sesión anterior (Actividad 4) para comparar diferentes parámetros en productos artesanales y comerciales. Concretamente se propondrá la realización de las siguientes experiencias:

Experiencia 6.1. Poder emulgente

El poder emulgente es la capacidad para producir dispersiones coloidales de grasa en medio acuoso o de agua en medio de grasa.

Poner unas gotas de aceite en un vaso de 50 mL, añadir una alícuota de la disolución del jabón o detergente artesanal y agitar. Repetir la operación mezclando el aceite con jabón o detergente comercial. Repetir la operación sólo con agua. Anotar los resultados observados.

Experiencia 6.2. Poder detergente

El poder detergente es la capacidad para eliminar la suciedad y la grasa de una superficie (piel, tejido etc.).

Manchar un trozo de tela con distintos productos y limpiar la mancha con el jabón o detergente artesanal y con los comerciales. Variar parámetros como la temperatura del agua, agitación, frotación, etc. Anotar los resultados observados en una tabla.

Experiencia 6.3. Preparación de una solución de jabón o detergente

Colocar el jabón o detergente (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 o detergente preparada con cinta de pH. Tapar y agitar vigorosamente. Observar si se produce la formación de espuma.

Experiencia 6.4. Ensayo con cloruro de calcio

Las aguas duras son las que contienen iones polivalentes como calcio, magnesio o hierro. Los iones y el jabón forman sales insolubles denominadas espuma de agua dura.

Tomar una alícuota de 5 mL de la solución de jabón o detergente preparada en la experiencia 3 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 3.

Experiencia 6.5. Ensayo con nitrato férrico

Las sales de hierro producen la precipitación del jabón y, además, hacen que el pH del agua baje.

Tomar una alícuota de 5 mL de la solución de jabón o detergente preparada en la experiencia 3 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 3.

Experiencia 6.6. Ensayo con fosfato de potasio

El jabón precipitado se puede recuperar parcialmente mediante una reacción de intercambio iónico con una sal de fosfato.

Trasvasar la mitad del contenido del tubo de la experiencia 4 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 3 y 4.

Experiencia 6.7. Ensayo con bicarbonato de sodio

El jabón precipitado también se puede recuperar mediante una reacción de intercambio iónico con una sal de carbonato.

Trasvasar la mitad del contenido del tubo de la experiencia 4 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 3 y 4.

Los alumnos deberán anotar los resultados (observación cualitativa) en tablas similares a las tablas 7a-7f y deberán anotar en el cuaderno de laboratorio los componentes del jabón comercial y del detergente comercial que han traído de sus casas y que figuran en la etiqueta de los mismos, para incluirlos en el informe escrito.

Tablas 7a-7f. Tablas de comparación de resultados (observación cualitativa)

Tabla 7a. Poder emulgente

	Agua	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Poder emulgente					

Tabla 7b. Poder detergente

	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Mancha tipo 1 en frío				
Mancha tipo 1 en caliente				
Mancha tipo 1 en frío con frotación				
Mancha tipo 1 en caliente con frotación				
Mancha tipo 2 en frío				
Mancha tipo 2 en caliente				
Mancha tipo 2 en frío con frotación				
Mancha tipo 2 en caliente con frotación				

Tabla 7c. Comportamiento en aguas duras

Experiencia 4: Ensayo con cloruro de calcio	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Solución de la experiencia 3 (solo jabón o detergente)				
Solución de la experiencia 4 (con cloruro de calcio)				

Tabla 7d. Comportamiento en aguas ácidas

Experiencia 5: Ensayo con nitrato férrico	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Solución de la experiencia 3 (solo jabón o detergente)				
Solución de la experiencia 5 (con nitrato férrico)				

Tabla 7e. Comportamiento con sal de intercambio iónico 1

Experiencia 6: Ensayo con fosfato de potasio	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Solución de la experiencia 3 (solo jabón o detergente)				
Solución de la experiencia 4 (con cloruro de calcio)				
Solución de la experiencia 6 (con cloruro de calcio + sal de fosfato)				

Tabla 7f. Comportamiento con sal de intercambio iónico 2

Experiencia 7: Ensayo con fosfato de potasio	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Solución de la experiencia 3 (solo jabón o detergente)				
Solución de la experiencia 4 (con cloruro de calcio)				
Solución de la experiencia 7 (con cloruro de calcio + bicarbonato de sodio)				

TAREA PARA CASA**Actividad 7: Elaboración de informe de laboratorio (Tarea para casa)**

Los alumnos deberán realizar un informe por escrito de la indagación realizada cuya estructura (orientativa) será:

- ✓ Índice
- ✓ Objetivos
- ✓ Fundamentos teóricos
- ✓ Reactivos y materiales
- ✓ Procedimiento experimental

- ✓ Resultados
- ✓ Conclusiones

La elaboración del informe también se realizará en grupos. El objetivo es que consoliden así el aprendizaje logrado en la etapa anterior, debiendo justificar razonadamente sus puntos de vista sobre el problema, y respondiendo a la pregunta inicial desde un punto de vista socio-científico.

Para evaluar la calidad del jabón/detergente, los alumnos tendrán en cuenta las diferentes experiencias realizadas:

- Poder emulgente
- Poder detergente (en frío/caliente, sin/con frotación)
- Comportamiento en aguas duras
- Comportamiento en aguas ácidas
- Comportamiento tras el uso de sales de intercambio iónico

Además, deberán analizar los siguientes factores:

- precio
- efectos negativos sobre el medio ambiente (biodegradabilidad, toxicidad en organismos acuáticos)
- efectos adversos sobre la salud

En esta actividad, el uso correcto del lenguaje científico es una exigencia crucial: expresión numérica, manejo de unidades, indicación de operaciones, toma de datos, elaboración de tablas y gráficos, interpretación de los mismos, secuenciación de la información y conclusiones. Es esencial que entiendan la necesidad de unificación del lenguaje científico como medio para procurar el entendimiento, así como el compromiso de aplicarlo y respetarlo en las comunicaciones científicas. El alumno deberá justificar razonadamente sus puntos de vista sobre el problema y responder a la pregunta inicial desde un punto de vista socio-científico.

SESIÓN 5

Actividad 8: Presentación oral “¿Es mejor el jabón artesanal que el comercial?”

Los grupos presentarán los resultados del informe realizado a sus compañeros a modo de comunicación científica. Para la comunicación científica es recomendable el uso de programas como PowerPoint, Prezi, HaikuDeck, Google Slides, SlideDog o KeyNote. Cada alumno deberá realizar la exposición oral de una parte del informe que han elaborado en grupo. De esta forma, los alumnos transmitirán a sus compañeros los aspectos más importantes del trabajo, de forma clara, ordenada y visual. Para presentar una buena comunicación hay que recordar a los alumnos que deben prestar atención a:

- Aspectos formales: número de diapositivas, colores, fondos, tamaño y tipo de letra.
- Exposición: actitud, voz, expresión...
- Contenido científico: Interés, originalidad, utilidad.
- Aspectos metodológicos (rigor científico).
- Relevancia de los resultados.
- Conclusiones, limitaciones y recomendaciones para futuras investigaciones.

Según Segura (2013), las diapositivas sobrecargadas con excesiva información dificultan el seguimiento de la exposición. Es recomendable usar pocos colores (tres como máximo). Los gráficos deben ser claros y autoexplicativos, evitando complejidad. Calcular 1 diapositiva por minuto. Atenerse al tiempo. Mirar a la audiencia. Las figuras, tablas, gráficos fotografías o dibujos deben ser de calidad, sencillas y de tamaño que se pueda visualizar desde lejos y autoexplicativos.

Entre los errores más frecuentes en una exposición oral en alumnos de Bachillerato podemos citar:

- ✓ Presentación fría e inexpresiva.
- ✓ Postura rígida: ausencia de lenguaje no verbal.
- ✓ Falta de contacto visual con la audiencia.
- ✓ Vocalización monótona y lenta o muy rápida.
- ✓ Muletillas en el lenguaje.
- ✓ Presentación desordenada sin conclusiones claras

5.8.3 ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

De conformidad con la Orden EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, la atención a la diversidad tiene como finalidad garantizar la mejor respuesta educativa a las necesidades y diferencias del alumnado dentro de un entorno inclusivo. Algunos de los principios generales de actuación que aplicaremos son:

- La detección e identificación de las necesidades educativas del alumnado.
- La equidad y excelencia para garantizar la calidad educativa e igualdad de oportunidades, para que todo el alumnado aprenda el máximo posible y desarrolle todas sus potencialidades.
- La personalización e individualización de la enseñanza del módulo con un enfoque inclusivo.
- La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta facilitadora para la personalización de la enseñanza del módulo.

Las medidas generales u ordinarias que adoptaremos serán adaptaciones curriculares que afecten únicamente a la metodología didáctica y la personalización del aprendizaje, por ejemplo, a través de las tecnologías de la información y la comunicación.

En todo caso, es recomendable:

- Llevar a cabo una detallada evaluación inicial
- Incluir actividades de refuerzo y ampliación si se considera necesario
- Incluir multiplicidad de procedimientos en la evaluación del aprendizaje
- Contemplar mecanismos de recuperación
- Ofrecer atención individualizada
- Favorecer la existencia de un buen clima de aprendizaje en el aula
- Insistir en los refuerzos positivos para mejorar la autoestima
- Aprovechar las actividades para lograr una buena cohesión e integración del grupo

Los alumnos que presentan necesidades específicas de apoyo educativo pueden requerir diferentes medidas especializadas y/o extraordinarias.

Las medidas especializadas de atención a la diversidad son aquellas que pueden implicar, entre otras, la modificación significativa de los elementos del currículo para su adecuación a las necesidades de los alumnos. Entre las medidas especializadas de atención a la diversidad podemos citar, por ejemplo, tutorías individualizadas para aquellos casos en los que el alumnado así lo requiera, bien por su situación personal y emocional o de orientación académica y profesional.

Las medidas extraordinarias de atención a la diversidad inciden fundamentalmente en la temporalidad del desarrollo curricular, para posibilitar la mejor consecución de los objetivos educativos y personales; entre ellas podemos citar, por ejemplo, la aceleración y ampliación parcial del módulo para el alumnado con altas capacidades.

5.9 GUÍA DEL ALUMNO

5.9.1 ESCENARIO

¿ES MEJOR EL JABÓN COMERCIAL QUE EL ARTESANAL?



Lee el texto publicado en el siguiente enlace de internet: <http://jabonesartesanalecocoap.blogspot.com/2016/07/diferencias-entre-el-jabon-artesanal-y.html>. A continuación, se muestra un extracto:

“Puede sonar como que el nuevo jabón comercial es mejor, más barato, más colorido y de mejor aroma que el jabón de fabricación artesanal con productos naturales. [...]”

Responde a la pregunta: ¿Es mejor el jabón artesanal que el comercial?

5.9.2 ACTIVIDADES PARA EL ALUMNO

Actividad 1: Brainstorming

Responde a las siguientes preguntas y pon en común las respuestas con sus compañeros:

- ¿Qué es un jabón? ¿Por qué limpia?
- ¿Cómo se fabrica un jabón? ¿Qué ingredientes lleva? ¿Influyen los ingredientes de un jabón en sus propiedades?
- ¿Existe diferencia entre jabón y detergente?
- ¿Son perjudiciales para el medio ambiente los jabones y/o detergentes que usamos habitualmente? ¿Y para nuestra salud?
- ¿Existen alternativas a los detergentes y jabones comerciales?
- ¿Es mejor un jabón comercial que un jabón artesanal?

Actividad 2: Búsqueda de información: Química del jabón

Busca información sobre los jabones y detergentes en internet, libros, revistas especializadas u otras fuentes y responde a las preguntas planteadas en la actividad anterior; compara las respuestas tras la búsqueda de información científica con las respuestas de la lluvia de ideas. Identifica qué ideas previas eran erróneas y porqué. Finalmente, propón alternativas a los jabones y detergentes comerciales y cómo comprobarías si es mejor el jabón artesanal que el comercial.

Actividad 3: Diseño del guion de la práctica de laboratorio de la Experiencia 5.1 "Elaboración de jabón"

Ahora que sabes cómo se elabora el jabón, te propongo que elabores tu propio jabón artesanal, que usarás posteriormente para comparar con el comercial. Primero lee atentamente el guion de laboratorio proporcionado por el profesor. Luego visita la página web "calculadora de saponificación Mendrullandia": <https://calc.mendrullandia.es/>. Indaga sobre el funcionamiento de la página y diseña, con ayuda de la misma, tu propia receta de jabón (que elaborarás en la próxima sesión). Determina y anota:

- qué reactivos vas a usar
- qué cantidad de cada reactivo y en qué concentración
- la función de cada reactivo

Sugerencia: Como reactivo puedes usar aceite usado; indica las ventajas del uso de este tipo de aceite.

Actividad 4: Diseño de experiencias para comparar jabones y detergentes artesanales con los comerciales

Diseña experiencias para comprobar si los productos artesanales son mejores que los comerciales teniendo en cuenta:

- Poder emulgente
- Poder detergente (tipo de mancha, temperatura, frotación)
- Comportamiento en aguas duras
- Comportamiento en aguas ácidas
- Comportamiento en aguas duras con sales de intercambio iónico

Indica claramente y anota para el posterior informe:

- los reactivos y materiales que serán necesarios
- el fundamento teórico de cada experiencia
- el procedimiento experimental que llevarás a cabo

Actividad 5: Práctica de laboratorio "Elaboración de jabón y detergente"**Experiencia 5.1 Elaboración de jabón**

Elabora tu propio jabón siguiendo el guion de prácticas elaborado en la Actividad 3. Recuerda las normas de seguridad básica para el trabajo en un laboratorio:

Es obligatorio el uso de bata, gafas de seguridad y guantes
 No acerques la nariz a los productos químicos para inhalar
 No corras, juegues o gastes bromas
 Lávate las manos después de un experimento
 Trabaja con responsabilidad, orden y limpieza

Completa una tabla como la que se muestra a continuación con los datos que encontrarás en las Fichas Internacionales de Seguridad Química o fichas FISQ que puedes consultar en la página web: www.insht.es/fisq.

	Reactivo X	Hidróxido de sodio
Fórmula molecular y simplificada		
Otros nombres usados		
Pictogramas de seguridad		
Principales peligros		
Datos ambientales		

Interpreta el significado de cada pictograma según la información que encontrarás en la página web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/postersTecnicos/ficheros/CARTEL%20SGA.pdf>

Anota en el cuaderno de laboratorio toda la información necesaria para el posterior informe / exposición oral (Actividades 7 y 8). Las anotaciones deben hacerse de forma limpia y ordenada para poder posteriormente redactar un buen informe.

Experiencia 5.2. Elaboración de detergente con nueces de nogal indio

Elabora tu propio detergente para ropa artesanal a partir de nueces de nogal indio siguiendo el guion de laboratorio proporcionado por el profesor. Las nueces de nogal indio contienen saponinas, que son glucósidos de esteroides que tienen propiedades de detergencia similares a las del jabón, y se usan desde la antigüedad como detergente natural.

Indica las ventajas del uso de este detergente frente a los comerciales. Indaga sobre el uso de este tipo de detergentes en España en la antigüedad.

Actividad 6: Comparación de jabones y detergentes artesanales con los comerciales

Realiza las experiencias diseñadas en la actividad 4.

Experiencia 6.1. Poder emulgente

Pon unas gotas de aceite en un vaso de 50 mL, añade una alícuota de la disolución del jabón o detergente artesanal y agita. Repite la operación mezclando el aceite con jabón o detergente comercial. Repite la operación sólo con agua. Anotar los resultados observados.

Experiencia 6.2. Poder detergente

Mancha un trozo de tela con distintos productos y limpia la mancha con el jabón o detergente artesanal y con los comerciales. Variar parámetros como la temperatura del agua, agitación, frotación, etc. Anota los resultados observados en una tabla.

Experiencia 6.3. Preparación de una solución de jabón o detergente

Coloca el jabón o detergente (aproximadamente una espátula) en un tubo de ensayo y agrega agua destilada completando $\frac{3}{4}$ del volumen del mismo. Determina el pH de la solución de jabón o detergente preparada con cinta de pH. Tapa y agita vigorosamente. Observa si se produce la formación de espuma.

Experiencia 6.4. Ensayo con cloruro de calcio

Toma una alícuota de 5 mL de la solución de jabón o detergente preparada en la experiencia 3 y colócala en un tubo de ensayo. Adiciona 20 gotas de solución de cloruro de calcio (CaCl_2) al 5 % P/V. Tapa y agita vigorosamente. Observa e interpreta los resultados. Compara el aspecto con el de la experiencia 3.

Experiencia 6.5. Ensayo con nitrato férrico

Toma una alícuota de 5 mL de la solución de jabón o detergente preparada en la experiencia 3 y colócala en un tubo de ensayo. Agita. Agrega 10 gotas de solución de nitrato férrico ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) 0,1 M. Tapa y agita vigorosamente. Observa e interpreta los resultados. Compara con la experiencia 3.

Experiencia 6.6. Ensayo con fosfato de potasio

Trasvasa la mitad del contenido del tubo de la experiencia 4 a un tubo de ensayo y adiciona 20 gotas de solución de fosfato de potasio (K_3PO_4) al 20 % P/V. Tapa y agita vigorosamente. Observa e interpreta los resultados. Compara con los tubos de las experiencias 3 y 4.

Experiencia 6.7. Ensayo con bicarbonato de sodio

El jabón precipitado también se puede recuperar mediante una reacción de intercambio iónico con una sal de carbonato.

Trasvasar la mitad del contenido del tubo de la experiencia 4 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. Compara con los tubos de las experiencias 3 y 4.

Anota los resultados de la observación cualitativa en las tablas que se indican a continuación. Recuerda anotar también los componentes del jabón comercial y del detergente comercial que hayas usado.

Poder emulgente	Agua	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Poder emulgente					

Poder detergente	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Mancha tipo 1 en frío				
Mancha tipo 1 en caliente				
Mancha tipo 1 en frío con frotación				
Mancha tipo 1 en caliente con frotación				
Mancha tipo 2 en frío				
Mancha tipo 2 en caliente				
Mancha tipo 2 en frío con frotación				
Mancha tipo 2 en caliente con frotación				

Experiencia 4: Ensayo con cloruro de calcio	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Solución de la experiencia 3 (solo jabón o detergente)				
Solución de la experiencia 4 (con cloruro de calcio)				

Experiencia 5: Ensayo con nitrato férrico	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Solución de la experiencia 3 (solo jabón o detergente)				
Solución de la experiencia 5 (con nitrato férrico)				

Experiencia 6: Ensayo con fosfato de potasio	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Solución de la experiencia 3 (solo jabón o detergente)				
Solución de la experiencia 4 (con cloruro de calcio)				
Solución de la experiencia 6 (con cloruro de calcio + sal de fosfato)				

Experiencia 7: Ensayo con fosfato de potasio	Jabón artesanal	Jabón comercial	Detergente artesanal	Detergente comercial
Solución de la experiencia 3 (solo jabón o detergente)				
Solución de la experiencia 4 (con cloruro de calcio)				
Solución de la experiencia 7 (con cloruro de calcio + bicarbonato de sodio)				

Actividad 7: Elaboración de informe de laboratorio (Tarea para casa)

Realiza un informe por escrito de la indagación realizada. La estructura (orientativa) será:

- ✓ Índice
- ✓ Objetivos
- ✓ Fundamentos teóricos
- ✓ Reactivos y materiales
- ✓ Procedimiento experimental
- ✓ Resultados
- ✓ Conclusiones

Para evaluar la calidad del jabón/detergente, ten en cuenta las diferentes experiencias realizadas:

- Poder emulgente
- Poder detergente (en frío/caliente, sin/con frotación)
- Comportamiento en aguas duras
- Comportamiento en aguas ácidas
- Comportamiento tras el uso de sales de intercambio iónico

Además, analiza los siguientes factores:

- precio
- efectos negativos sobre el medio ambiente (biodegradabilidad, toxicidad en organismos acuáticos)
- efectos adversos sobre la salud

Justifica razonadamente tus puntos de vista sobre el problema y responde a la pregunta inicial desde un punto de vista socio-científico. Es esencial el uso correcto del lenguaje científico, expresión numérica, manejo de unidades, indicación de operaciones, toma de datos, elaboración de tablas y/o gráficos, interpretación de los mismos, secuenciación de la información y conclusiones.

Actividad 8: Presentación oral “¿Es mejor el jabón artesanal que el comercial?”

Presenta el informe realizado a tus compañeros a modo de comunicación científica. Para la comunicación científica es recomendable el uso de programas como PowerPoint, Prezi, HaikuDeck, Google Slides, SlideDog o KeyNote.

5.10 EVALUACIÓN

La evaluación del alumno será continua, formativa e integradora. Los instrumentos de evaluación y calificación de este módulo podrán incluir los instrumentos indicados en la tabla 8 (se indica un peso orientativo).

Tabla 8. Instrumentos de evaluación y peso de cada uno

INSTRUMENTO	PESO
Informe por escrito (grupos)	45%
Exposición oral (individual)	45%
Trabajo durante las sesiones (participación, actitud, interés)	10%

Para la evaluación incluiremos dos rúbricas diferentes, una para el informe escrito y otra para la exposición oral. Además incluiremos diferentes formas de evaluación, en concreto, heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación.

La heteroevaluación es esencialmente una evaluación externa, que se materializa cuando cada persona, en correspondencia con su patrón de resultados, evalúa a otro(s); en nuestro contexto educativo, el profesor evalúa al alumno. El profesor realizará la evaluación tanto del trabajo escrito como de la presentación oral según las rúbricas de las tablas 9 y 10.

La coevaluación es la evaluación entre pares o iguales, y los roles se intercambian entre evaluadores y evaluados alternativamente. Todos son sujeto y objeto de evaluación, lo que hace a los alumnos ser conscientes de los propios logros y de los aprendizajes y resulta muy positivo porque, al ser proceso un proceso activo de interacción, los estudiantes evaluadores realizan una escucha activa de sus compañeros y los estudiantes evaluados se sienten motivados a la realización de la actividad por la valoración social que los alumnos reciben de sus compañeros. Los alumnos realizarán la coevaluación individual de la exposición de sus compañeros también según las rúbricas de las tablas 9 y 10.

La autoevaluación se produce cuando una persona, grupo o institución se evalúa a sí mismo y, en el caso de los estudiantes, cuando son capaces de valorar, a partir de la reflexión, su labor y la satisfacción que les produce, desarrollando su capacidad de autocrítica, autoestima y el auto reconocimiento de los conocimientos adquiridos y competencias desarrolladas. Se pedirá a los alumnos que realicen una autoevaluación individual según las rúbricas de las tablas 9 y 10.

A continuación, se muestran las rúbricas elaboradas para la evaluación. La puntuación será del 1 al 4 (1 Deficiente, 2 Insuficiente, 3 Bien, 4 Muy bien).

Tabla 9. Rúbrica de evaluación para la presentación oral

Estándar evaluable	Puntuación
1. La exposición se inicia y concluye adecuadamente, se ajusta al tiempo y el ritmo es adecuado	
2. Claridad y corrección de conceptos e ideas	
3. Claridad, calidad y corrección de la exposición	
4. Claridad, calidad y corrección de presentación audiovisual	
5. Diseño y originalidad de la exposición y presentación	
6. Interacción con el público (p. ej. el orador mira al público)	
7. Adecuación del vocabulario al tema y la audiencia	
8. El orador sabe contestar a las preguntas	

Tabla 10. Rúbrica de evaluación para el trabajo escrito

Estándar evaluable	Puntuación
1. Plantea de forma atractiva al lector el resumen de la experiencia realizada	
2. Asocia correctamente los aspectos teóricos relacionados con la práctica realizada y los justifica desde el punto de vista conceptual.	
3. La hipótesis (si la hubiera) es coherente con la actividad experimental y está adecuadamente redactada	
4. Describe el objetivo de la práctica correctamente	
5. Describe todos los materiales necesarios para llevar a cabo los objetivos y describe el procedimiento seguido	
6. Se toman los datos de forma adecuada	
7. Se presentan los resultados obtenidos de forma adecuada (incluyen cálculos realizados, gráficos) y se discuten apropiadamente con un lenguaje científico formal adecuado. Se utilizan correctamente las unidades.	
8. La conclusión es correcta, concisa y adecuada	
9. Se usan correctamente las citas bibliográficas	
10. Presentación, orden y limpieza. Formato	

6. CONCLUSIONES

La indagación mejora notablemente la enseñanza de las ciencias, según demuestran multitud de trabajos de revisión y meta-análisis (Romero-Ariza, 2017) y los diversos proyectos de fomento de este tipo de enseñanza tanto a nivel europeo como a nivel internacional. Se produce una mejora en los resultados del aprendizaje frente a grupos en los que el profesor únicamente explica los contenidos o frente al desarrollo de las prácticas de laboratorio clásicas.

No obstante, debemos tener claro que la inclusión de metodologías basadas en la indagación a nivel de aula no se plantea como sustitución del aprendizaje conceptual, sino como un complemento al mismo que aumenta la motivación y el rendimiento competencial del alumnado, pudiendo trabajar de una forma no tradicional determinados contenidos del currículo, a la par que diversos elementos transversales, para lograr la adquisición de las competencia clave y los objetivos del currículo.

Para que se obtengan beneficios significativos, el docente debe tener un profundo conocimiento de la materia objeto de indagación y debe guiar el proceso de indagación de forma adecuada; así, determinados alumnos podrán llevar a cabo una indagación abierta, mientras que otros realizarán una indagación guiada y/o estructurada; el docente deberá, en función de las necesidades del alumnado, limitar la complejidad del proceso, sintetizar hallazgos u ofrecer una visión global del estado de la cuestión, sugerir determinadas acciones, ofrecer orientaciones sobre cómo realizar una determinada acción, explicar, etc.

Para llevar a cabo actividades de indagación, los módulos de indagación constituyen una herramienta didáctica clave de inestimable utilidad. La elaboración de material didáctico forma parte de la labor del docente y la elaboración concreta de un módulo de indagación ha constituido una actividad tan desafiante como enriquecedora. La elaboración del módulo ha supuesto una profunda reflexión sobre las habilidades que quería trabajar y la imagen de la ciencia que deseaba comunicar; para su diseño he tenido en cuenta el fomento de habilidades de indagación y epistémicas de orden superior y no meras habilidades técnico-manipulativas carentes de motivación ni objetivos de aprendizaje conceptuales. También he intentado dar protagonismo a las ideas explicativas (teorías, modelos) y a la argumentación, razonamiento y reflexión en el alumnado.

Considero que los proyectos que ofrecen módulos de indagación (p. ej. módulos Parsel) son de gran ayuda en este sentido, al ser material didáctico de gran calidad que los docentes podemos adaptar para nuestra práctica docente diaria. En este sentido, son de gran importancia los proyectos, como PROFILES, que ayudan a la formación del profesorado para la utilización de estas estrategias y que contribuyen al desarrollo de redes de profesores nacionales e internacionales para el intercambio tanto de módulos como de impresiones respecto a la implementación a nivel de aula de los mismos.

El presente módulo dota a los alumnos de la capacidad de transferir conocimiento y habilidades a una amplia variedad de contextos, despierta el interés por la ciencia y contribuye a su valoración, fomenta el uso de las TIC, contribuye al desarrollo de competencias como la evaluación y diseño de una investigación, la interpretación de datos y explicación de fenómenos científicamente y la comunicación científica y contribuye a la activación y adquisición de conocimientos científicos (conceptuales, procedimentales y actitudinales), constituyendo, por tanto, una indagación de calidad, que además facilita la meta-cognición y la regulación del propio aprendizaje en el alumnado.

En cuanto al del tipo de resultado de aprendizaje medido, he diseñado instrumentos de evaluación específicos con criterios que concuerdan con los resultados de aprendizaje que pretendía promover. Además, el uso de diferentes tipos de evaluación hace que el propio proceso de evaluación (coevaluación, autoevaluación) constituya a la vez una herramienta de aprendizaje para el alumnado.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aragüés, A., Gil Quílez, M. J. & de la Gándara, M. (2014). Análisis del papel de los maestros en el desarrollo de actividades de indagación en el practicum de primaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, Núm. 28, 135-151. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/71035514.pdf>
- Basso, A. & Lorenzo, M. (2017). ¡A lavar los platos!: Elaboración de jabón. *Educación en la Química*, 23 (1-2), 90-104. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11336/62767>
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72, 30-33. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228665515_Simplifying_inquiry_instruction
- Charro, E. Gómez-Niño, A., Padilla Y. & Plaza, S. (2012). PROFILES: Un proyecto para la enseñanza/aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria. *III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias "Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las Ciencias."* OEI/AECID, Madrid.
- Contrera Betarte, M., Martí Chavez, Y. & Senrra Pérez, N. (2019). El método indagatorio en la disciplina Formación Pedagógica General. Pasos metodológicos. *Conrado*, 15(68), 97-103. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000300097&lng=es&tlng=es
- Couso D., Jiménez M. P., López-Ruiz J., Mans C., Rodríguez C., Rodríguez J.M. & Sanmartí, N. (2011) *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial. Recuperado de https://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf
- De la Torre, S. & Barrios, O. (coord.) (2002). *Estrategias didácticas innovadoras*. España: Ediciones Octaedro. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1262256.pdf>
- Eugenio, M. & Charro, E. (2012). Enseñanza-aprendizaje de la naturaleza de la ciencia en un contexto de CTS mediante el uso de los módulos PARSEL en el ámbito universitario. *III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias "Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las Ciencias."* OEI/AECID, Madrid. Recuperado de https://www.oei.es/historico/seminariooctsm/PDF_automatico/F16textocompleto.pdf
- Fernández Sotelo, A., & Vanga Arévalo, M. (2015). Proceso de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación para caracterizar el comportamiento estudiantil y mejorar su desempeño. *Revista San Gregorio*, 1(9), 6-15. doi: <http://dx.doi.org/10.36097/rsan.v1i9.52>
- González, C., Martínez, C. & Martínez, M. T. (2008). *Reflexiones y propuestas acerca de la incorporación de nuevas metodologías en el aula de ciencias secundaria: la indagación científica y el aprendizaje experiencial*. Sembrando ideas. Recuperado de https://www.academia.edu/3393012/Reflexiones_y_propuestas_acerca_de_la_incorporaci%C3%B3n_de_nuevas_metodolog%C3%ADas_en_el_aula_de_ciencias_secundaria_la_indagaci%C3%B3n_cient%C3%ADfica_y_el_aprendizaje_experiencial
- Guilar, M. E. (2009). Las ideas de Bruner: "de la revolución cognitiva" a la "revolución cultural". *Educere*, 13(44), 235-241. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=356/35614571028>
- Harlen, W. (2006) *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12*, Fourth Edition Paperback. Thousand Oaks, CA : PCP/Sage Publications
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London: Routledge. Recuperado de <http://people.oregonstate.edu/~flayb/MY%20COURSES/H676%20Meta->

<http://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:047dfc41-acf6-444a-8e4e-4e5916343a88/talis2018-online-20190807.pdf>

OFSTED (2011). *Successful science: An evaluation of science education in England 2007 – 2010*. Manchester: Office for Standards in Education, Children's Services and Skills (OFSTED). Recuperado de <http://dera.ioe.ac.uk/2148/1/Successful%20science.pdf>

ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, BOE núm. 86 (2015).

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato, BOE núm. 25 (2015). Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>.

Paniagua, A & Istance D. (2018). *Teachers as Designers of Learning Environments: The Importance of Innovative Pedagogies*. París: OECD Publishing. Recuperado de <http://gpseducation.oecd.org/Content/ProjectsMaterial/ILE%20Flyer.pdf>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE núm. 3 (2015). Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

Regla, I., Vázquez, E., Cuervo, D. & Neri, A. (2014). La química del jabón y algunas aplicaciones. *Revista Digital Universitaria*, 15(5). Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/art38.pdf>

Reyes-Cárdenas, F. & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23(4), 415-421. Recuperado de www.educacionquimica.info/descargapermitida.php?id_articulo=1339

Rocard, M. (2007). *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruselas: Comisión Europea. Recuperado de https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 286–299. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/920/92050579001.pdf>

Segura Frago, A. (2013). Recomendaciones para elaborar y presentar una comunicación oral o un póster o cartel a un congreso. *Rev. salud ambiental*, 13(2), 181-185. Recuperado de <http://www.mastercongresos.com/sesa2015/recomendaciones1.pdf>

Schwab, J. & Brandwein F. (1962). The teaching of science as inquiry. En *The teaching of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 3-103. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00963402.1958.11453895?journalCode=rbul20>

Varios autores (MendruLandia). (2020) CALCULADORA DE SAPONIFICACIÓN - ELABORACION DE JABONES. < <http://calc.mendruLandia.es> >

Varios autores (Universidad de Valencia). (s.f.) NORMAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO. Recuperado el 10 de diciembre de 2019 de <https://www.uv.es/gammm/Subsitio%20Operaciones/7%20normas%20de%20seguridad.htm>

8. ANEXOS

8.1 CONTENIDOS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1. La actividad científica		
<p>Utilización de estrategias básicas de la actividad científica. Investigación científica: documentación, elaboración de informes, comunicación y difusión de resultados. Fuentes de información científica.</p> <p>El laboratorio de química: actividad experimental, normas de seguridad e higiene, riesgos, accidentes más frecuentes, equipos de protección habituales, etiquetado y pictogramas de los distintos tipos de productos químicos.</p> <p>Importancia de la investigación científica en la industria y en la empresa.</p> <p>Uso de las TIC para la obtención de información química.</p> <p>Programas de simulación de experiencias de laboratorio.</p>	<p>1. Realizar interpretaciones, predicciones y representaciones de fenómenos químicos a partir de los datos de una investigación científica y obtener conclusiones.</p> <p>2. Aplicar la prevención de riesgos en el laboratorio de química y conocer la importancia de los fenómenos químicos y sus aplicaciones a los individuos y a la sociedad.</p> <p>3. Emplear adecuadamente las TIC para la búsqueda de información, manejo de aplicaciones de simulación de pruebas de laboratorio, obtención de datos y elaboración de informes.</p> <p>4. Analizar, diseñar, elaborar, comunicar y defender informes de carácter científico realizando una investigación basada en la práctica experimental.</p>	<p>1.1. Aplica habilidades necesarias para la investigación científica: trabajando tanto individualmente como en grupo, planteando preguntas, identificando problemas, recogiendo datos mediante la observación o experimentación, analizando y comunicando los resultados y desarrollando explicaciones mediante la realización de un informe final.</p> <p>2.1. Utiliza el material e instrumentos de laboratorio empleando las normas de seguridad adecuadas para la realización de diversas experiencias químicas.</p> <p>3.1. Elabora información y relaciona los conocimientos químicos aprendidos con fenómenos de la naturaleza y las posibles aplicaciones y consecuencias en la sociedad actual.</p> <p>3.2. Localiza y utiliza aplicaciones y programas de simulación de prácticas de laboratorio.</p> <p>3.3. Realiza y defiende un trabajo de investigación utilizando las TIC.</p> <p>4.1. Analiza la información obtenida principalmente a través de Internet identificando las principales características ligadas</p>

		a la fiabilidad y objetividad del flujo de información científica. 4.2. Selecciona, comprende e interpreta información relevante en una fuente información de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.
Bloque 4. Síntesis orgánica y nuevos materiales		
<p>Estudio de funciones orgánicas. Radicales y grupos funcionales. Nomenclatura y formulación orgánica según las normas de la IUPAC.</p> <p>Tipos de reacciones orgánicas. Reacciones orgánicas de sustitución, adición, eliminación, condensación y redox.</p> <p>Principales compuestos orgánicos de interés biológico e industrial: alcoholes, ácidos carboxílicos, ésteres, aceites, ácidos grasos, etc.</p>	<p>1. Reconocer los compuestos orgánicos, según la función que los caracteriza.</p> <p>2. Formular compuestos orgánicos sencillos.</p> <p>4. Identificar los principales tipos de reacciones orgánicas: sustitución, adición, eliminación, condensación y redox.</p> <p>6. Valorar la importancia de la química orgánica vinculada a otras áreas de conocimiento e interés social.</p> <p>10. Conocer las propiedades y obtención de algunos compuestos de interés en las diferentes ramas de la industria.</p>	<p>2.1. Diferencia distintos compuestos orgánicos que poseen varios grupos funcionales, nombrándolos y formulándolos.</p> <p>4.1. Identifica y explica los principales tipos de reacciones orgánicas: sustitución, adición, eliminación, condensación y redox, prediciendo los productos, si es necesario.</p> <p>5.1. Desarrolla la secuencia de reacciones necesarias para obtener un compuesto orgánico determinado a partir de otro.</p> <p>6.1. Relaciona los principales grupos funcionales y estructuras con compuestos sencillos de interés biológico.</p>

8.2 TEXTO DE LECTURA

El siguiente texto ha sido recuperado de la página web de jabones artesanales <http://jabonesartesanalesecosoap.blogspot.com/2016/07/diferencias-entre-el-jabon-artesanal-y.html> el 8 de enero de 2019.

DIFERENCIAS ENTRE EL JABÓN ARTESANAL Y EL JABÓN COMERCIAL



Con los avances tecnológicos los productos de limpieza corporal modernos superaran al jabón tradicional en la capacidad para eliminar el aceite y la suciedad, así como también son menos caros de producir en grandes cantidades y de menor costo. Por lo que es importante saber que el jabón que compramos en los supermercados ahora está más cerca de ser un detergente y no el jabón tradicional.

Puede sonar como que el nuevo jabón comercial es mejor, más barato, más colorido y de mejor aroma que el jabón de fabricación artesanal con productos naturales. Sin embargo está muy lejos de la realidad. El beneficio comercial que quieren las industrias para reducir los costos de producción en la fabricación del jabón, también elimina aspectos del jabón que benefician a la salud de nuestra piel, y conociendo que la piel es un órgano de relevante importancia, es relevante conocer el producto que vamos a aplicar sobre la piel todos los días.

En fabricación de jabón se genera glicerina, una sustancia que actúa como humectante de la piel, este compuesto es separado en el proceso industrial de fabricación de jabón y se vende por separado para ser incluido en los productos de belleza más caros para aumentar las ganancias. Por esta razón muchos jabones comerciales resecan la piel, y prueba de ellos lo observarás en los comerciales que indican que sus jabones no resecan la piel.

Las barras de jabón artesanal mantienen todas las cosas buenas incluyendo glicerina y aceites para la saponificación lo que lleva a hidratar tu piel de forma natural. También hay otros productos químicos o conservantes químicos añadidos para crear colores, el olor y la longevidad. Usted no encontrará cosas tales como los parabenos (relacionados con el cáncer de mama), lauril sulfato de sodio (irritante de la piel) en el jabón natural. Pero que puedes encontrar en casi todas las barras de jabón producidas comercialmente.

Al final el jabón comercial se convierte en un producto de ínfimo valor pero que el marketing de muchas grandes empresas saben hacer muy atractivo, sin embargo es imposible competir con la calidad de un jabón natural hecho con ingredientes con sus beneficios naturales y saludables (al final como tratas tu piel es salud y belleza).

De esta manera se pueden establecer los siguientes criterios que indican los beneficios de los jabones artesanales:

- Los jabones artesanales están elaborados de tal forma que mantiene toda la glicerina, que beneficia a la piel sensible y seca. Incluso puede ayudar a prevenir o tratar enfermedades cutáneas como eccemas, resequedad, entre otras patologías simples.
- No contienen fragancias artificiales, ni productos químicos propios de los jabones industriales que pueden traer complicaciones como la irritación de la piel.
- Los aceites esenciales utilizados contienen multitudes de propiedades terapéuticas.
- Se garantiza el uso de materia primas naturales y de primera calidad (aceites vegetales, hierbas).
- No contienen derivados de petróleo con lo que evitamos la contaminación del medio ambiente

Sin embargo hay que tener claro que los jabones artesanales tienen algunas desventajas frente a los jabones industriales o comerciales alguna de ellas se comentan a continuación:

- Los Jabones Artesanales hay que procurar no comprarlos y olvidarse de ellos.... por lo general aguantan bastante tiempo, pero si contamos que están hechos con materia prima de calidad y con principios activos interesantes para nuestra piel, cuanto antes los utilicemos más intensidad de esos principios activos tendremos.
- El Jabón Artesanal al igual que el buen vino requiere de un tiempo de reposo desde que se hace hasta que se puede utilizar, para que poco a poco durante ese tiempo vaya adquiriendo las características óptimas finales. Por lo que tanto si te lo haces tú, como si pides que te lo hagan, desde el día que se fabrica hay que tener un poquito de paciencia y esperar aproximadamente cuatro semanas.
- Los Jabones Artesanales suelen ser menos económicos que los industriales, principalmente porque están hechos a mano con productos caros y de calidad. Teniendo en cuenta que muchos de los jabones industriales usan materia prima de cuestionable calidad con bajo precio y que las grandes empresas trabajan con unas cantidades que abaratan mucho los costes.
- Una pastilla de Jabón Artesanal al igual que cualquier otra pastilla de jabón, si después de usarse se deja en contacto con la humedad se hace blandita y pierde encanto, por lo que se recomienda el uso de la Jabonera. Si lo que usamos es una pastilla de jabón comercial de hotel pues casi que nos da igual, pero con la pequeña inversión en tiempo, esfuerzo y dinero que hay detrás de un Jabón Artesanal, es una lástima que no procuremos mantenerlo lo mejor posible.

8.3 MATERIAL COMPLEMENTARIO PARA EL DOCENTE

¿Qué es un jabón?

Un jabón contiene las sales de sodio o potasio de los ácidos grasos, producto de la mezcla de un cuerpo graso (triglicéridos con un álcali, que puede ser hidróxido de sodio o de potasio).

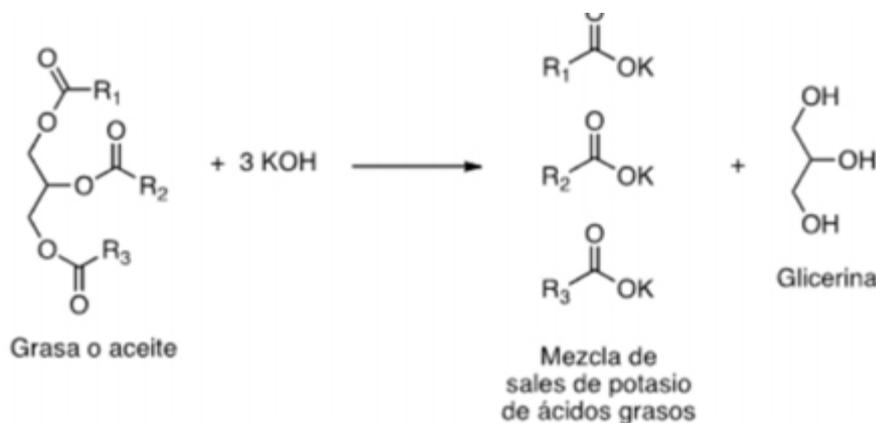


Fig. 3 Esquema de reacción de saponificación para la producción de jabón

¿Cómo funciona un jabón?

Como si se tratara de una batería con polos positivo y negativo, una molécula de jabón también tiene dos extremos de diferente afinidad. La Figura representa una molécula de jabón. En rojo, la cabeza, con carga, es afín al agua porque son de polaridad similar. La cadena azul, denominada lipofílica, es afín a las grasas y repele al agua. A causa de esta estructura, el jabón posee una doble afinidad hacia la polaridad de otras moléculas y puede orientarse según el medio donde se encuentre.

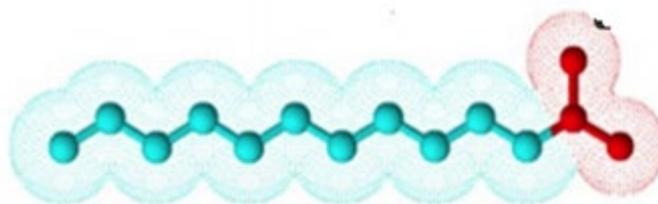


Fig. 4 Molécula de jabón con cabeza roja hidrofílica y cadena azul lipofílica

En el agua, el jabón forma entre 100 y 200 micelas; es decir, asociaciones o conglomerados de moléculas que orientan sus cabezas con carga hacia la superficie del agregado molecular, mientras que las cadenas alifáticas quedan hacia dentro. La micela es una partícula energéticamente estable, ya que los grupos con carga están unidos mediante enlaces de hidrógeno de baja energía con las moléculas del agua circundante, mientras que los grupos afines a las grasas se orientan hacia el interior de la micela e interactúan con otros grupos de características similares.

Los jabones limpian debido a las afinidades diferentes de los extremos de sus moléculas. La suciedad grasa no se elimina fácilmente sólo con agua, que la repele por ser insoluble en ella. Sin embargo, el jabón posee una cadena larga alifática o hidrocarbonada sin carga que interactúa con la grasa, disolviéndola, mientras que la región con carga se orienta hacia el exterior, formando gotas. Una vez que la superficie de la gota grasa está cubierta por muchas moléculas de jabón, se forma una micela con una pequeña gota de grasa en el interior. Esta gota de grasa se dispersa fácilmente en el agua, ya que está cubierta por las cabezas con carga o aniones carboxilato del jabón, como se observa en la Figura. La mezcla que resulta de dos fases

insolubles (agua y grasa), con una fase dispersada en la otra en forma de pequeñas gotas, se denomina emulsión. Por lo tanto, se dice que la grasa ha sido emulsionada por la solución jabonosa. De esta manera, en el proceso de lavado con un jabón, la grasa se elimina con el agua del lavado.

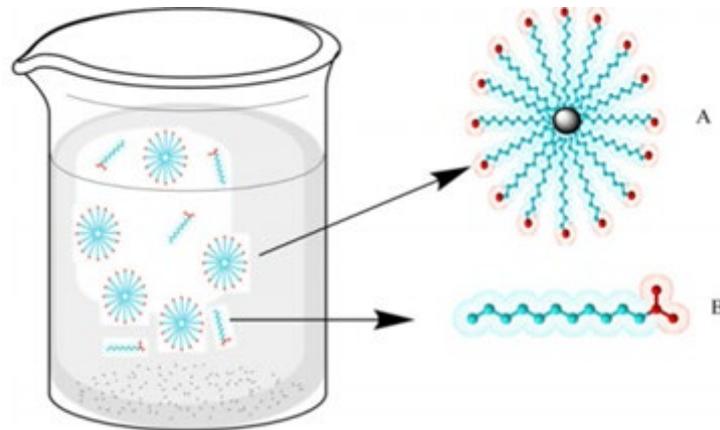


Fig. 5 Formación micelar en entorno acuoso; A es una micela y B una molécula de jabón

Antecedentes históricos

El jabón ocupa hoy un lugar esencial en la sociedad. Atrae por su aroma, su textura y sus burbujas, atributos que determinan el uso especial que se le ha dado desde las primeras civilizaciones. Aunque no se puede precisar la fecha exacta en que se preparó por primera vez, existen indicios de que ya se usaba en 2500 a.C. Los habitantes de Sumeria, según una tableta de arcilla de escritura cuneiforme, utilizaban para lavar la lana una sustancia preparada mezclando agua, un álcali y aceite de acacia. Se cree que la palabra jabón, del latín *saponem*, proviene de la montaña Sapo, donde se sacrificaban animales cuya grasa, fundida, era arrastrada junto con las cenizas y el barro hasta las orillas del Tiber. El papiro de Ebers, tratado médico que data de 1500 a.C., sostiene que los egipcios usaban jabón como ungüento para curar infecciones de la piel; además, perfeccionaron su producción mezclando grasa animal y aceites vegetales, sales alcalinas y cenizas si deseaban una sustancia espumosa. En el reinado de Nabónido (556-539 a.C.) en Babilonia, lo preparaban con aceite de sésamo, cenizas y ciprés, aunque era utilizado para lavar superficies. Para los hebreos, el baño significó además limpieza espiritual: el libro de Jeremías (627 a.C.) contiene la palabra hebrea *bôrîth*, que significa “vegetal alcalino”, el cual probablemente fue una mezcla de plantas autóctonas quemadas para obtener un compuesto jabonoso.

Los habitantes de la América prehispánica tenían la costumbre del baño diario y el lavado frecuente de sus ropas. Para ello utilizaban dos insumos: para lavar la ropa, la raíz de la planta de jabón *Xiuhamolli*, que contiene saponinas que producen espuma; la planta que se utilizaba antiguamente en España es la saponaria, también conocida como jabonera (*Saponaria officinalis*); y la corteza y fruto del Copalxocotl, para lavar el cuerpo y el cabello. Aún hoy, el extracto de la corteza se utiliza en el tratamiento de la lepra.

La fórmula egipcia del jabón también fue utilizada por los griegos y los romanos, que lo elaboraban hirviendo grasas y aceites con álcali de ceniza y cal. En Europa, el jabón se dejó de utilizar durante siglos para la limpieza personal a causa de algunas creencias que se originaron por la peste negra, recurrente durante la Edad Media. Siglos después, el “jabón de Marsella” (Francia) se generalizó en varias regiones del Mediterráneo, como Savona, Italia, y Castilla, España. Éste se elaboraba con aceite de olivo y una mezcla de plantas llamada barilla, que proveía el álcali, dado su riqueza en carbonatos de sodio, calcio y potasio, y era abundante en la región. Fue así como, a mediados del siglo XVII, el gobierno de Francia reguló el mercado del jabón de Marsella y propuso reglas para elaborarlo excluyendo las grasas animales. A lo largo de la historia, distintas

civilizaciones utilizaron diversos ingredientes para elaborar el jabón: una sustancia grasa, ya sea de origen vegetal o animal, y un álcali, ya sea cenizas de madera o de plantas, ricas en carbonatos de sodio o potasio. Ese es el origen de la reacción más antigua, la saponificación.

Industrialización del jabón

En 1795, el jabón de Marsella empezó a industrializarse gracias a los trabajos científicos de Nicolas Leblanc en 1787, quien obtuvo el álcali de la sal de mar y el carbón, con calor. En 1783, Scheele descubrió una sustancia dulce a la que llamó ölsus, hoy conocida como "glicerina", al hervir aceite de olivo con óxido de plomo. Este trabajo condujo al químico francés Eugene Chevreul a explicar la saponificación: después de establecer la estructura del triglicérido afirmó que el jabón es la sal metálica de los tres ácidos grasos. Estos hallazgos revolucionaron la industria del jabón, que tuvo una gran demanda después de la Segunda Guerra Mundial. Durante este periodo la gente se dio cuenta de la importancia de utilizar jabón, porque salvó la vida de muchos soldados. Por otro lado, la cultura de la higiene propició la reducción de la muerte infantil. La química de la fabricación de los jabones es muy simple. Como sabemos, los jabones son las sales de sodio o potasio de los ácidos grasos, principalmente saturados aunque también insaturados, que contienen cadenas de 10 hasta 18 átomos de carbono. La fuente de estos ácidos grasos es siempre una mezcla natural de los triglicéridos que constituyen las grasas de origen animal o los aceites vegetales. La mayoría de los fabricantes emplean directamente grasas o aceites. El proceso de fabricación puede ser por neutralización directa de la mezcla de ácidos grasos, o a partir de las grasas o aceites por hidrólisis alcalina, denominada originalmente saponificación.



Fig. 6 Ecuación que representa la formación de neutralización

Para fabricar jabones por neutralización de los ácidos grasos se requiere de la hidrólisis previa del triglicérido. Un proceso comercial muy exitoso desde principios del siglo XX fue el denominado Twitchell, que consiste en calentar una emulsión de grasas o aceites con 25-30% de agua, catalizando la hidrólisis por calentamiento con vapor durante 24-48 horas en presencia de 0.5 % de ácido sulfúrico y de 1.25 % del catalizador de Twitchell, de transferencia de fase. En este proceso se emplea un reactor abierto.

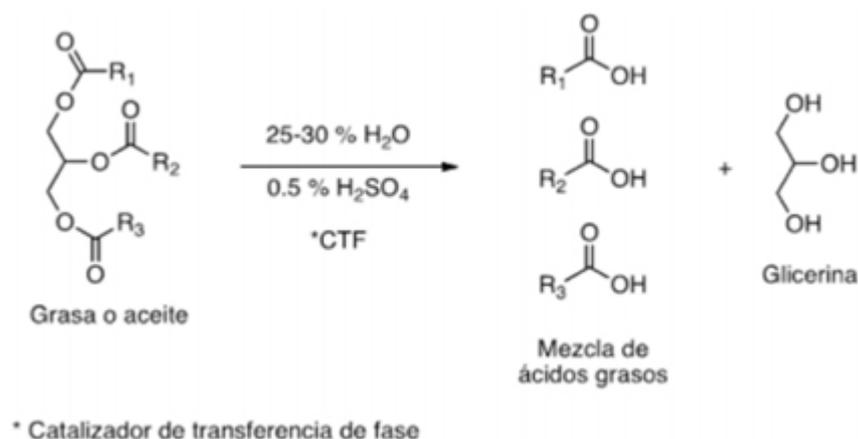


Fig. 7 Ecuación que representa la reacción de hidrólisis

Un proceso de hidrólisis de las grasas o aceites que requiere de tiempos de reacción mucho más cortos que el Twitchell es una reacción a presión que emplea cinc en polvo como catalizador (BRAUN, 1963). También se han diseñado procesos de hidrólisis térmica a 230-240°C en reactores por lote, semicontinuos y continuos.

Uno de los métodos más empleados actualmente para fabricar jabones es el denominado “saponificación”, que consiste, como lo ilustramos anteriormente, en calentar la grasa o aceite con soluciones concentradas de hidróxido de sodio o potasio, con lo que los ácidos grasos que se producen durante la hidrólisis reaccionan inmediatamente con el álcali para producir directamente la mezcla de las sales de sodio o potasio de los ácidos grasos.

Comportamiento de jabones en aguas duras y en aguas ácidas

Como sabemos, no toda el agua contiene las mismas cantidades de electrolitos y minerales. Los jabones no actúan adecuadamente en el agua dura, o bien, ácida. Se conoce como agua dura a la que contiene iones polivalentes como calcio, magnesio o hierro. Es frecuente que el agua de consumo casero contenga estos iones. A pesar de que esta agua, rica en minerales, es potable, los iones y el jabón forman sales insolubles denominadas espuma de agua dura. La siguiente ecuación representa la reacción de un jabón con el ion calcio, elemento abundante en el agua que ha estado en contacto con rocas ricas en minerales de este metal.

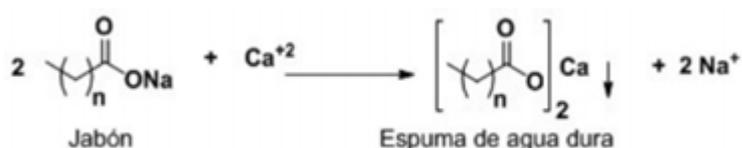


Fig. 8 Reacción de un jabón en aguas duras

Por otra parte, cuando el jabón entra en contacto con agua ácida, se produce una reacción denominada hidrólisis: el jabón tiende a adquirir nuevamente un hidrógeno y, con ello, proporciona el ácido graso correspondiente, que flota en la superficie en forma de un precipitado graso o espuma ácida.

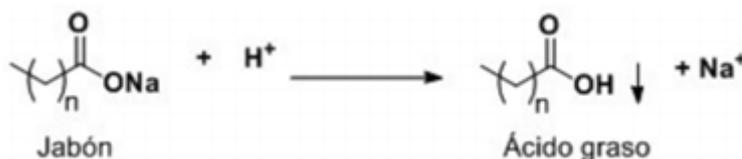


Fig. 9 Reacción de un jabón en aguas ácidas

Ejemplos de reacciones con jabones en diferentes tipos de aguas

Reacción de precipitación del jabón producida por una sal de calcio

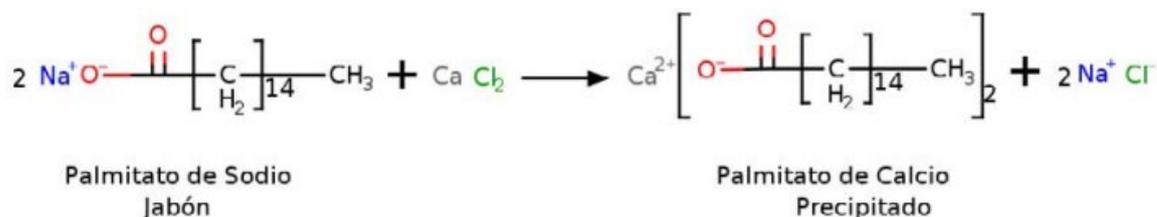


Fig. 10 Reacción de precipitación de jabón con sal de calcio

Reacción de precipitación del jabón producida por una sal de hierro

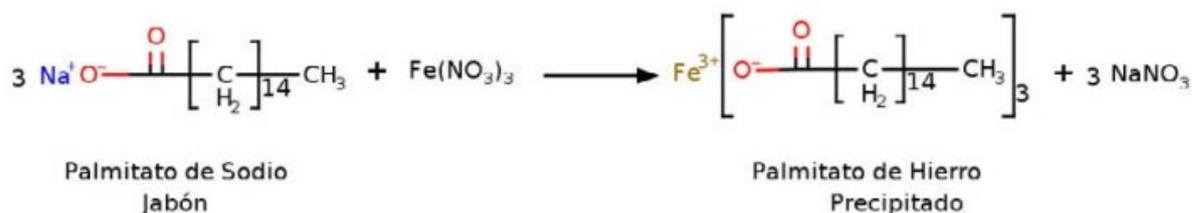


Fig. 11 Reacción de precipitación de jabón con sal de hierro

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

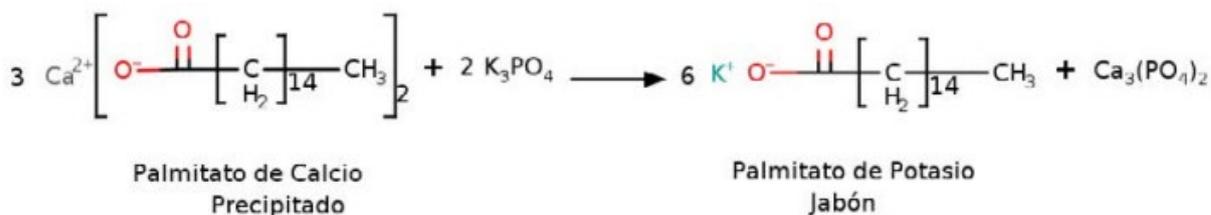


Fig. 12 Reacción de recuperación de jabón con una sal de fosfato

Reacción de recuperación del jabón producida por una reacción de intercambio iónico con una sal de carbonato

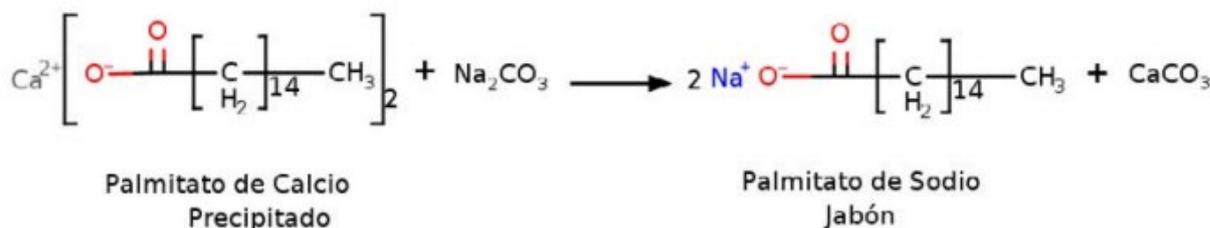


Fig. 13 Reacción de recuperación del jabón con una sal de carbonato

¿Jabones o detergentes?

El jabón, como sabemos, proviene de la saponificación de una grasa animal o aceite vegetal y un álcali. Como moléculas en general, son carboxilatos de sodio en los jabones duros, o de potasio en los suaves. En cambio, los detergentes son considerados surfactantes sintéticos y pueden ser sales de ácidos sulfónicos, sales cuaternarias de amonio, o surfactantes no iónicos o Zwitteriónicos. Ambos son tensoactivos o surfactantes, ya que en solución tienden a disminuir el ángulo de contacto entre dos fases y con esto afectan la tensión superficial del agua para lograr el efecto de limpieza. Se obtienen mediante diversas reacciones químicas. Por ejemplo, sulfonación, sulfatación, neutralización, cuaternización, alcoxilación, entre otras.

El jabón líquido se obtiene frecuentemente de la saponificación de aceites o grasas con un alto contenido de ácido oleico y una mezcla proporcional de hidróxido de sodio y de potasio. El resultado es un producto de color oscuro y olor fuerte. Se ha encontrado que utilizando ácidos grasos con una longitud de cadena más grande y ácido sarcosínico, se obtiene un jabón líquido con mejor aroma y color, pero el proceso es muy caro. Debido a esto, los limpiadores líquidos para manos en el mercado son en realidad surfactantes que los consumidores confunden con jabones líquidos. A esta clase pertenecen también los baños de burbujas, el champú líquido para el cuerpo, y los antibacteriales para manos, entre otros. Las innovaciones en la química de surfactantes pueden ser muchas.

Los agentes tensioactivos

El interés de los compuestos tensioactivos radica en su carácter anfifílico. Una molécula es anfifílica cuando posee una doble afinidad polar-no polar; es decir, en la presencia en una misma molécula de dos o más grupos con propiedades antagónicas respecto de un mismo disolvente.

Así, las moléculas tensioactivas, debido a su carácter anfifílico poseen la propiedad de solubilizar moléculas polares y no polares. Las fórmulas siguientes muestran dos moléculas anfifílicas comunes utilizadas como agentes de limpieza.

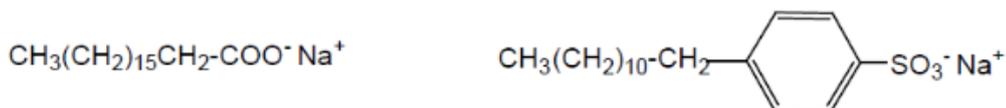


Fig. 14 Moléculas anfifílicas usadas como agentes de limpieza

En presencia de agua u otros disolventes polares o apolares las moléculas anfifílicas se autoagregan espontáneamente adoptando diversas morfologías (esférica, laminar, cilíndrica, espiral...) con diferentes grados de curvatura y dimensiones características. Estas asociaciones se deben a débiles interacciones intermoleculares (van der Waals, puentes de hidrógeno, etc). Por ello, la entalpía de formación de estos agregados es pequeña y, por tanto, se puede controlar su forma y tamaño modificando parámetros tales como la concentración de anfifílicos, la temperatura, el pH, etc. Los agregados con estructura laminar son la base de los cristales líquidos.

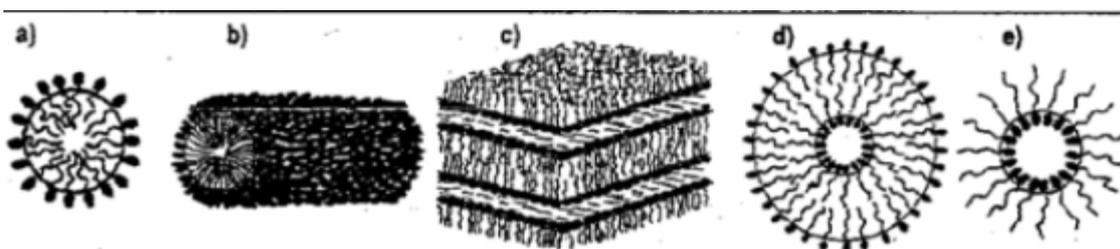


Fig. 15 Morfologías de agregación de moléculas anfifílicas

Del hecho de su doble afinidad, las moléculas anfifílicas "no se acomodan bien" en el seno de un disolvente, sea este apolar o polar, puesto que existirá siempre una interacción que no será satisfecha. Es por esto que las moléculas anfifílicas muestran una fuerte tendencia a migrar a las interfases, de forma tal, que su grupo polar se encuentre dentro del agua y su grupo apolar se encuentre orientado hacia un disolvente orgánico apolar o en la superficie aérea. Los grupos hidrófilos están solvatados en la parte acuosa y los lipófilos están ordenados en la fase apolar (aire o grasa).

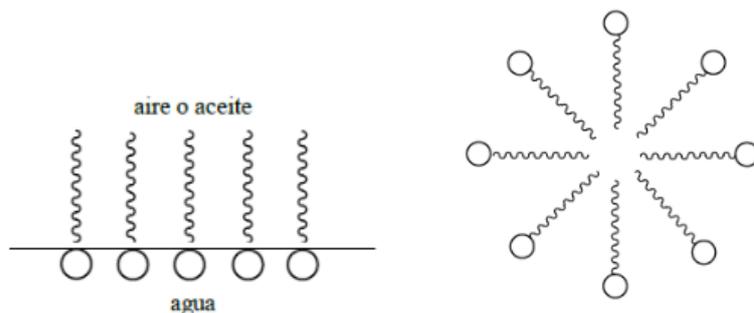


Fig. 16 Moléculas anfifílicas: capa monomolecular en la superficie y micela

En disoluciones diluidas acuosas se forma una capa monomolecular en la superficie. A medida que aumenta la concentración de la sustancia tensoactiva, sus moléculas se orientan en el seno del agua formando micelas constituidas por 25 a 200 cadenas.

Debido a esta orientación algunas moléculas anfifílicas tienen la propiedad de disminuir la tensión superficial en una interfase aire-agua o grasa-agua; estas moléculas reciben el nombre de sustancias tensoactivas. Es necesario hacer resaltar que no todos los anfifílicos poseen tal actividad, para que esto suceda es necesario que la molécula posea propiedades relativamente equilibradas, quiere decir, que no sea ni demasiado hidrófila ni demasiado hidrófoba.

Como consecuencia de esta disminución de la tensión superficial estas sustancias 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;
- poder espumógeno que da lugar a la formación de espuma y
- actividad mojante que hace que el agua impregne una superficie de forma homogénea.

El poder detergente y la capacidad para formar emulsiones tienen el mismo principio, las moléculas de tensoactivo se adsorben sobre las partículas de aceite o grasa eliminándolas de la superficie en el primer caso, y formando micelas estables, en el segundo, debido a la repulsión entre partículas con carga negativa. El poder espumógeno se debe a que una superficie acuosa protegida por una capa lipófila envuelve burbujas de aire (véase la figura 17).

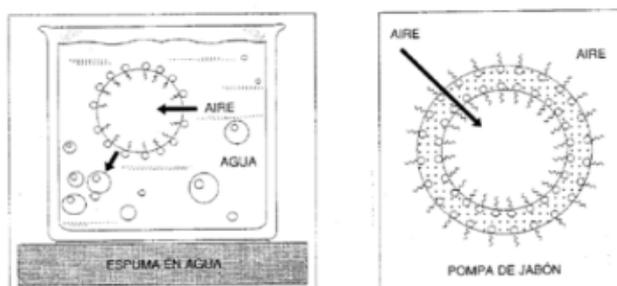


Fig. 17 Poder espumógeno (pompas de jabón)

El poder mojante de las disoluciones acuosas tensoactivas se debe al "anclaje" de las cadenas lipófilas sobre la superficie que se desea mojar; así, por ejemplo, se facilita la impregnación de los tejidos en las operaciones de teñido o de lavado en la industria textil, o se impide que las disoluciones plaguicidas que se aplican sobre las hojas de las plantas formen gotas que resbalan sin adherirse, lo cual anularía la eficacia del tratamiento.

Debido a estas propiedades las sustancias tensoactivas tienen aplicaciones técnicas muy importantes. Así la mayor parte de los tensoactivos fabricados se destinan a detergentes que se usan en composiciones con otros productos coadyuvantes. Otras aplicaciones son la preparación de emulsiones (principalmente en alimentos, cosméticos, pinturas acrílicas, preparaciones insecticidas), la separación de minerales por flotación, como bactericidas, en la perforación de pozos petrolíferos y en muchas otras aplicaciones.

Proceso de detergencia

Un sistema detergente eficaz debe realizar dos funciones, desprender la suciedad de la superficie a limpiar, y dispersar la suciedad en el líquido de lavado, de tal modo que el sustrato limpio pueda separarse del líquido de lavado sin que la suciedad se deposite sobre él. La clave de ambos requisitos radica en la naturaleza de las interfases entre el sustrato, la suciedad y el líquido de lavado. Por ello los detergentes contienen moléculas que son adsorbidas por éstas superficies, modificando la tensión superficial de las interfases. El proceso de limpieza de un detergente se basa, primero, en la rotura de la capa de grasa, por medios mecánicos (agitación, restregado, vibraciones...) para formar gotitas microscópicas y, segundo estabilización y dispersión en agua de dichas gotitas al quedar cubiertas por las moléculas de detergente. Las partículas coloidales de grasa quedan envueltas por cargas negativas hidrófilas que se solvatan y se repelen entre sí, impidiendo su reagrupación y, estabilizando así la dispersión (véase la figura 18).

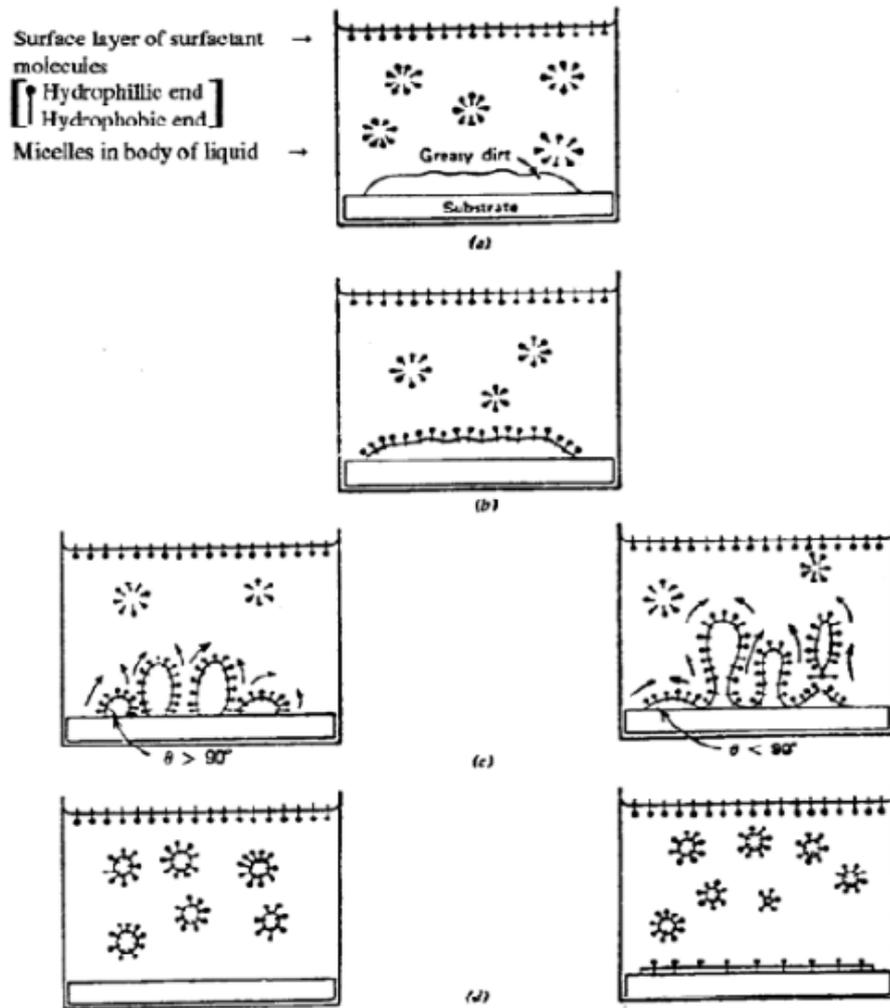


Fig. 18 Efecto “solubilizador” de los agentes tensoactivos: a) La mugre grasienta entra en contacto con la solución de tensoactivo; b) Los extremos hidrofóbicos de las moléculas de tensoactivo se disuelven en la grasa; c) El tensoactivo modifica el ángulo de contacto θ entre la suciedad y el sustrato. Si $(\theta < 90^\circ)$ es imposible que haya una eliminación total de la grasa; d) Más agitación desplaza la suciedad en forma de partículas macroscópicas. Estas forman una emulsión cuando hay agitación suficiente.

Biodegradabilidad

Una propiedad importante de los jabones, en comparación con los detergentes, es su biodegradabilidad, pues los microorganismos son capaces de metabolizar las moléculas lineales de jabón transformándolas en agua y dióxido de carbono. Durante la Segunda Guerra Mundial, ante la necesidad de obtener jabones

solubles en agua de mar, se comenzó la fabricación de detergentes. Al aumentar la demanda, aparecieron detergentes de muy bajo costo elaborados a partir de compuestos de petróleo: los alquilbencensulfatos (ABS). Tras más de una década de niveles muy altos de venta, empezó a aparecer espuma en aguas residuales y, en algunas regiones, hasta en el agua potable, ya que los microorganismos no degradan con facilidad las moléculas ramificadas del ABS.

Los detergentes biodegradables, llamados químicamente alquilsulfonatos lineales (LAS), contienen cadenas lineales de carbono fácilmente descompuestas por los microorganismos que producen enzimas que degradan las cadenas en bloques de dos en dos. En el caso de los detergentes ABS, esta acción enzimática es bloqueada por las ramificaciones. La no biodegradabilidad de los detergentes originó mucha presión en todo el mundo, lo que condujo a discutir este tema y formular legislación que exigiera a los fabricantes de la industria del jabón y detergentes comprobar la biodegradabilidad de sus productos. En México, casi el 100% de la industria de jabones y detergentes elabora detergentes biodegradables utilizando la materia prima adecuada: el dodecil benceno lineal y no el ramificado.

Saponinas

Las saponinas son glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón: cada molécula está constituida por un elemento soluble en lípidos (el esteroide o el triterpenoide) y un elemento soluble en agua (el azúcar), y forman una espuma cuando se las agita en agua. Se les atribuyen fines fungicidas y acaso bactericidas, y en general de defensa dado su sabor amargo. Precisamente su capacidad de romper la tensión superficial les permite actuar como un jabón, ya que en presencia de agua y calor son capaces de disolver las grasas, por lo que en la antigüedad eran usadas como detergente natural cuando no existían los jabones sintéticos, y se constata que tanto en las comunidades del norte del subcontinente indio como en la América tropical, las bayas de las distintas especies de la familia de las sapindáceas (frutos del jaboncillo o *Sapindus saponaria*) han sido utilizadas para lavar la ropa en presencia de agua caliente. Su eficacia como detergente está contrastada por diversos estudios (<https://cienciaybiologia.com/wp-content/uploads/2014/03/bondades-fruto-jaboncillo.pdf>). En España está documentado el uso de la Saponaria o hierba jabonera (*Saponaria officinalis*).

Las saponinas está presentes en el árbol *Sapindus mukorossi*, que procede de las regiones del Nepal y el Himalaya, aunque también existen otras especies del género *Sapindus* en distintas zonas de la franja de clima tropical del planeta. Se trata de un árbol usado de antiguo para distintos fines, tanto medicinales como ornamentales y de limpieza. Este árbol se caracteriza por tener unos frutos encascarados similares a nueces (nueces *Sapindus*) que tienen un alto contenido en saponinas.



Fig 19 Hierba jabonera



Fig. 20 Nueces Sapindus

8.4 GUIONES DE LABORATORIO

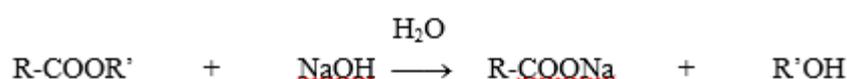
8.4.1 ELABORACIÓN DE JABÓN

1. OBJETIVO

Ejercitar técnicas de laboratorio de síntesis orgánica: formación de jabón mediante la reacción de una base fuerte (hidróxido de sodio) con una grasa animal o un aceite vegetal.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Cuando la hidrólisis de un éster se lleva a cabo con una base fuerte, como el KOH o el NaOH, los productos que se obtienen son el correspondiente alcohol y la sal del ácido carboxílico.



La hidrólisis básica también se llama saponificación por su relación con la hidrólisis de las grasas o aceites con NaOH, que se emplea para hacer jabón. El ácido carboxílico que se produce durante la hidrólisis reacciona con la base fuerte y se convierte en el correspondiente ión carboxilato.

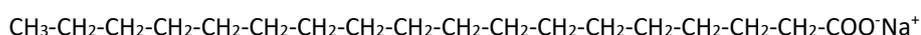
Los jabones naturales son sales sódicas o potásicas de ácidos grasos, ácidos orgánicos con largas cadenas de hidrocarburos. La fórmula general de un jabón se puede expresar como: $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-COO}^-\text{Na}^+$, donde n tiene valores comprendidos entre 9 y 17, aunque pueden estar entre 3 y 21.

El NaOH forma un jabón sólido que se puede moldear con la forma que se desee, mientras que el KOH forma un jabón líquido más suave. Los aceites poliinsaturados forman jabones más blandos.

La característica principal del jabón es la presencia de dos zonas de distinta polaridad: la hidrofílica, que es fuertemente atraída por las moléculas de agua y que se localiza en torno al grupo carboxilo, y la hidrofóbica, que es poco polar y que se mantiene lejos de las moléculas de agua, ubicada en el extremo más alejado de la cadena hidrocarbonada.

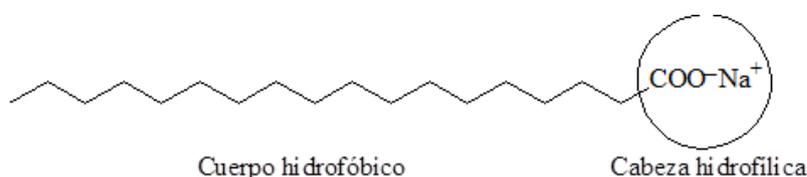
Una molécula de jabón, como el estearato de sodio, tiene una cabeza polar y un largo cuerpo de hidrocarburo, que es apolar.

Estearato de sodio ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$)



Cuerpo hidrofóbico

Cabeza hidrofílica



La acción de limpieza del jabón es resultado de la naturaleza dual del cuerpo hidrofóbico y el extremo con el grupo polar. El cuerpo hidrocarbonado es altamente soluble en sustancias lipófilas, que también son no polares, en tanto que el grupo iónico -COO^- permanece fuera de la superficie lipófila.

Las partes hidrofóbicas de las moléculas de jabón se orientan hacia las moléculas de grasa, moléculas poco polares que forman la mayoría de las manchas; y las cabezas hidrofílicas son atraídas y permanecen en contacto con el agua. De esta forma, una mancha es rodeada por gran número de iones éster o jabón en una primera capa, que a su vez es rodeada por un enorme número de moléculas de agua que al ser atraídas por

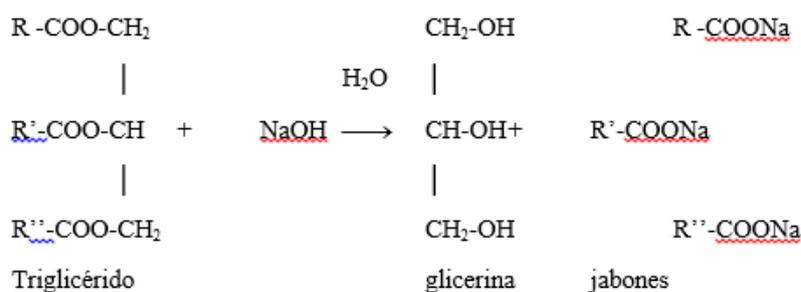
moléculas de agua más externas, terminan disgregando la mancha. Cuando una gota de aceite se rodea de suficientes moléculas de jabón, el sistema completo se estabiliza en el agua porque la parte externa es altamente hidrofílica. Así es como se eliminan las sustancias grasas por la acción del jabón. La eliminación de las pequeñas gotas de grasa suspendidas en el agua se consigue por una acción mecánica, renovando el agua en la fase final de lavado.

La utilidad de los jabones está limitada en aguas duras y en aguas ácidas debido a su tendencia a precipitar. El agua dura es agua rica en iones de Ca, Mg o Fe. Por otro lado, los iones de Ca, Mg o Fe se combinan con los aniones de los ácidos grasos de los jabones para formar sales insolubles. El efecto es el consumo del jabón sin cumplir su misión, además las sales insolubles se depositan formando costras en las superficies de todos los materiales con los que están en contacto: tejidos, tuberías, etc. En agua ácida, las moléculas de jabón se protonan y forman los ácidos grasos libres. Este ácido graso (sin carga) flota en la superficie del agua en forma de un precipitado graso.

El jabón se preparará a partir de un aceite, que es una mezcla de triglicéridos (grasas): triéster de la glicerina (1,2,3-propanotriol) y ácidos grasos de peso molecular elevado.

Glicerina: $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$

Reacción de un triglicérido con hidróxido de sodio, que produce la liberación del alcohol (glicerina) y la formación de sales de tres moléculas de ácidos grasos (carboxílicos), que son los jabones.



Ejemplos de grasas, aceites y sus componentes principales, triglicéridos o ácidos grasos:

- Grasa humana: Tripalmitina, dioleoestearina
- Grasa de buey: Dipalmito-oleína, dipalmito-estearina, oleopalmito-estearina, palmito-diestearina
- Grasa de cerdo: Ácidos oleico, esteárico, palmítico, láurico, mirístico y linoléico
- Aceite de oliva: Oleína, linoleína y palmitina
- Aceite de palma: Laurina, oleína, miristina y palmitina

3. MATERIALES Y REACTIVOS

<u>Material</u>		<u>Reactivos</u>
1 Vaso de precipitados de 100 mL	1 Matraz Kitasato de 250 mL	- NaOH (s)
1 Vaso de precipitados de 250 mL	1 Embudo Buchner	- Etanol
1 Probeta graduada de 100 mL	1 probeta graduada de 25 mL	- NaCl
1 Matraz erlenmeyer de 100 mL	1 Vidrio de reloj o placa Petri	- Aceite vegetal
2 dispensadores de 10 mL	2 vasos de precipitados de 50 mL	- Papel pH
1 Probeta graduada de 10 mL	Espátula	
Balanza	Bomba de vacío	
Agitador mecánico con Q e imán	Varilla para agitar	
Varilla caza-imanés	Papel de filtro	
Baño de hielo		

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Nota de seguridad

La sosa es un producto muy corrosivo e irritante. Debe evitarse el contacto del producto con las manos o cualquier otra parte del cuerpo, especialmente los ojos. En caso de contacto accidental, debe lavarse inmediatamente la zona afectada con abundante agua. 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.

Procedimiento

En un vaso de 250 mL se pesan 25 g de NaCl, se añaden 75 mL de agua y se agita hasta su completa disolución. Se reserva esta disolución. Por otra parte, se pesan 5 g de hidróxido de sodio en un vaso de precipitados (o erlenmeyer) de 100 mL, se añaden 10 mL de agua y 10 mL de etanol y se agita durante 5 minutos. A continuación, se pesan 5 g de aceite en otro vaso de 100 mL, se añade la disolución de NaOH y se agita durante 15 minutos, calentando suavemente (a unos 50°C). Durante este tiempo, se habrá formado una pasta de jabón. Se vierte todo sobre el vaso de 250 mL que contiene la disolución de NaCl, se agita durante 5 minutos y se pone a enfriar en un baño de hielo. El jabón se separa por filtración a vacío en un embudo buchner y se lava con tres porciones de 15 mL de agua fría. El sólido obtenido se seca al aire, se recoge el jabón con una espátula y se deja reposar en el vidrio de reloj.

Eliminación de residuos y limpieza del material de laboratorio

Las disoluciones que no se hayan utilizado y los residuos se echarán en los depósitos correspondientes colocados en el laboratorio. Una vez vacíos, todos los recipientes y utensilios deben quedar perfectamente limpios.

8.4.2 ELABORACIÓN DE DETERGENTE PARA ROPA

1. OBJETIVO

Elaboración de detergente para ropa para lavado a máquina en caliente o en frío y a mano a base de nueces de nogal indio. Las ventajas de este detergente son las siguientes:

- biodegradable, respeta el medio ambiente (no se vierten sulfatos contaminantes) y la materia prima es renovable
- los restos (cáscaras de nueces) se pueden depositar en el contenedor de residuos orgánicos o emplearse como compost para las plantas

2. REACTIVOS Y MATERIALES

- 20 nueces de nogal indio
- 1,5 L de agua mineral
- 1 g de ácido cítrico (conservante)
- Aceite esencial al gusto
- Tegobetaína de coco (opcional)
- Cazuela, espátula, batidora, hornillo o cocina convencional, envase, etiquetas

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Hervimos las 20 cáscaras de nueces de nogal indio en 1 L de agua durante 10 minutos.

Dejamos reposar 30 minutos, colamos el líquido y reservamos las nueces.

Añadimos las mismas nueces a medio litro de agua, hervimos 10 minutos, dejamos reposar 30 minutos. Colamos y la añadimos a la cantidad obtenida en el primer hervido.

Opcionalmente añadimos 1 g de ácido cítrico (que actuará como conservante) y 4-5 gotas de aceite esencial al gusto (aromatizante).

Envasamos el detergente obtenido y etiquetamos el envase.

Opcional: podemos elaborar un detergente solo para ropa blanca si añadimos tegobetaína de coco a parte del detergente anteriormente obtenido (500 mL de tegobetaína de coco por cada 300 mL del detergente anterior).

8.5 CALCULADORA DE SAPONIFICACIÓN MENDRULANDIA

A continuación, se explica brevemente el funcionamiento de la página “Calculadora de saponificación de mendrullandia” (<https://calc.mendrullandia.es/>).

Para comenzar elegimos la cantidad de jabón que queremos elaborar y, a continuación, elegimos uno o varios ingredientes del desplegable (en nuestro caso, aceite de oliva) y hacemos clic sobre el botón reescalar, lo cual nos calcula el peso de ingrediente necesario para el peso total de ingredientes indicado en función del sobreengrasado deseado y también la cantidad de álcali necesaria (podemos seleccionar la pureza, que por defecto es del 99%, y la concentración de la disolución):

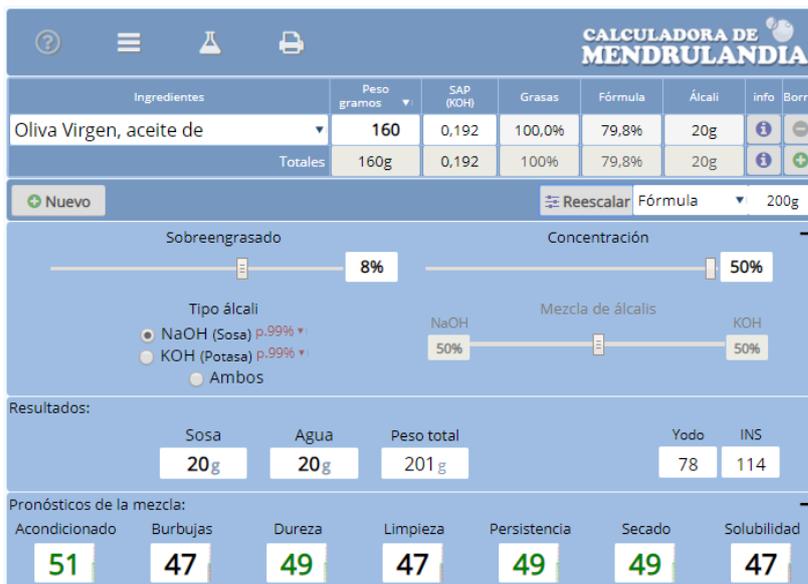


Fig. 21 Calculadora de saponificación: elección de reactivos

Como podemos observar en la figura 22, también obtendremos otros datos de la mezcla, como el peso total de grasas, agua y álcali necesarios, el tipo de ácidos grasos de los ingredientes seleccionados, y el pronóstico de diferentes propiedades del jabón obtenido, como las burbujas que se formarán, su poder de limpieza o su solubilidad; cuanto más próximo sea el valor del pronóstico a 50, mejor será el jabón elaborado.



Fig. 22 Calculadora de saponificación: otros datos

Si pinchamos sobre el símbolo “?” que se encuentra en la parte superior izquierda, aparecen símbolos de interrogación en la pantalla al lado de cada campo. Si pinchamos sobre ellos obtenemos información sobre dicho campo.

Por ejemplo, tras pinchar sobre la interrogación que está al lado de “sobreengrasado” aparece la información que se muestra en la figura 23.



Fig. 23 Calculadora de saponificación: información sobre el campo sobreengrasado

Pinchando sobre el botón “Nuevo” podemos ir agregando ingredientes e ir descubriendo la función de cada uno. Por ejemplo, pinchamos en “Nuevo” y seleccionamos el ingrediente ácido cítrico. Para saber su función pinchamos sobre el símbolo “i” señalado con la flecha roja (véase figura 24).

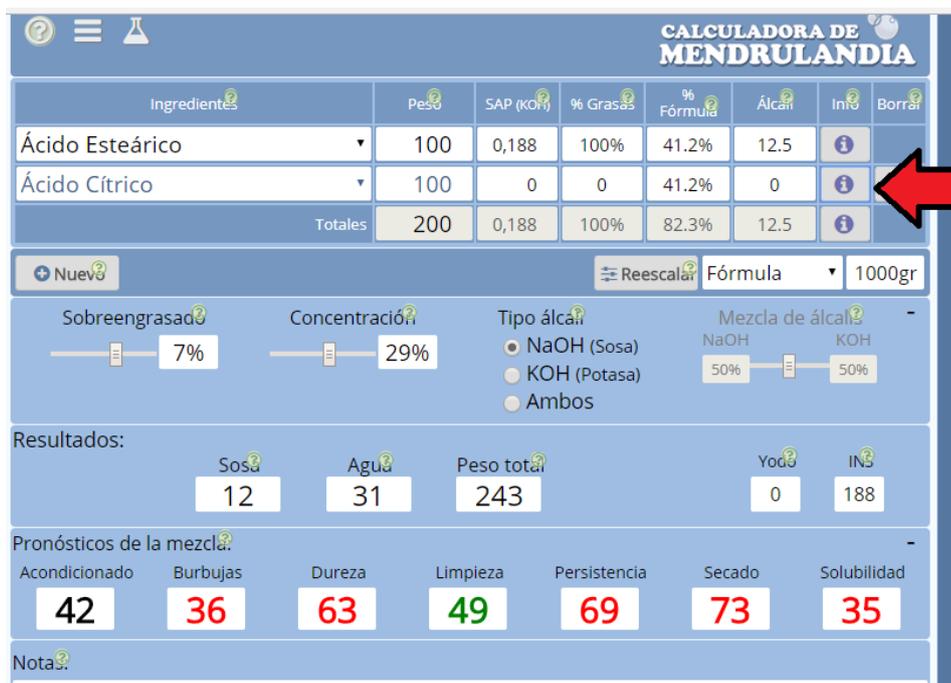


Fig. 24 Calculadora de saponificación: elección de otros ingredientes

Lo cual nos proporciona información sobre dicho ingrediente, como se muestra en la figura 25.

Resultados para el ingrediente Ácido Cítrico :	
Pronóstico:	descripción:
Acondicionado: 10	Reductor de pH y conservante relativo. El ácido cítrico descompone las sales de jabón por lo que, de usarlo, es conveniente hacerlo en muy poca cantidad.
Burbujas: -20	
Dureza: -30	
Limpieza: -20	
Persistencia: -15	
Secado: -10	Utilización:
Solubilidad: -5	reductor de pH
Otros datos:	
Nomenclatura INCI:	
Citric Acid	
<hr/>	
Peso ingrediente : 100gr	
41.2% de la fórmula.	
<hr/>	

Fig. 25 Calculadora de saponificación: información sobre otros ingredientes

De esta forma, al añadir ingredientes los alumnos pueden aprender la función de cada uno y al variar las cantidades de un mismo ingrediente pueden ver cómo varían las propiedades del jabón de una forma dinámica, colaborativa y motivadora. Los alumnos que lo deseen pueden usar esta herramienta para diseñar su propio jabón para la práctica de laboratorio (siempre que los ingredientes necesarios se puedan conseguir fácilmente y a precio razonable y no sean peligrosos de manipular).