



---

**Universidad de Valladolid**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas.  
(Especialidad: Física y Química. Curso 2019-2020)

**PROPUESTA DE UN MODELO INVESTIGACIÓN-ACCIÓN  
EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA EN  
SEGUNDO DE BACHILLERATO**

Autora: **Cristina Llorente Pérez**

Tutora: **Yolanda Arroyo Gómez**

Julio 2020

## RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla una propuesta de un modelo de investigación-acción en la enseñanza de la química orgánica en segundo de bachillerato.

Mediante la propuesta se pretende estudiar el efecto que tiene en el alumnado la utilización de metodologías innovadoras en las prácticas de laboratorio, concretamente la indagación, frente a otros métodos más tradicionales. De este modo, se desea contribuir a la mejora de la educación y hacerla accesible al resto de la sociedad.

Para dar respuesta a estas cuestiones, por una parte, se presenta el diseño de la investigación-acción que aborda el estudio de la situación actual y planifica todas las etapas incluidas dentro de una investigación de esta índole.

Por otra parte, se desarrolla el trabajo de indagación, con el que se aborda el estudio de los contenidos curriculares de los bloques “La actividad científica” y “Síntesis orgánica y nuevos materiales” de la asignatura de Química de segundo de bachillerato, mediante la realización de una práctica de laboratorio consistente en la elaboración de un producto de uso cotidiano, como es el jabón.

Así mismo, se diseñan una serie de actividades de variedad diversa, que incluyen búsqueda de información, puesta en común, realización de informes y la propia experiencia práctica, todo ello orientado hacia la adquisición de las siete competencias clave y la consecución de los objetivos asociados a este nivel.

Con la implantación de este trabajo de indagación se pretende, además de trabajar los contenidos curriculares, concienciar a los estudiantes sobre la importancia de la química orgánica y la investigación científica en el estado del bienestar de la sociedad, así como formarles como ciudadanos responsables con el medio ambiente.

## ABSTRACT

This work develops an action-research proposal aimed to teach organic chemistry to students in their second year of high school.

More concretely, the paper intends to study the impact of using innovative methodologies in laboratory seminars, especially inquiry-based tasks, in comparison to traditional methods.

Lastly, the ultimate goal is to improve the education system in our country and make it more accessible for society.

In order to accomplish these goals, first an action-research tackles the study of the current situation and plans every stage involved in an investigation like that.

Furthermore, an inquiry-based task carried out, aimed to study the following course syllabus: "The scientific activity" and "Organic synthesis and new materials" from the subject "Chemistry" taught to students in their second year of high school. More specifically, a laboratory seminar has been planned to make an everyday product, like soap.

For this purpose, several activities are suggested, including information search and sharing, reporting, and gathering experience, all aimed to acquire seven key competences and achieve the expected goals at this level.

After the implementation of this research work, it is expected to raise awareness among students about the importance of organic chemistry and scientific research in the welfare state of society, as well as training them as responsible citizens with the environment.

# INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. JUSTIFICACIÓN .....	8
2.1. Estado del arte .....	8
2.2. Motivación.....	9
3. OBJETIVOS .....	11
3.1. Objetivos generales.....	11
3.2. Objetivos específicos .....	12
4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA.....	13
5. CONTENIDOS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES .....	14
6. COMPETENCIAS .....	18
7. METODOLOGÍA .....	20
7.1. Metodología de Investigación-Acción.....	20
7.1.1. Procedimiento de Investigación-Acción .....	20
7.1.2. Instrumentos de recogida de datos .....	21
7.1.3. Principios éticos .....	22
7.2. Metodología de indagación .....	22
8. PROPUESTA MODELO INVESTIGACIÓN-ACCIÓN.....	24
8.1 Investigación-Acción.....	24
8.1.1 Etapas previas al inicio de la I.A.....	24
8.1.2 Diagnóstico de la situación inicial .....	25
8.1.3 Desarrollo del plan de acción .....	34
8.1.4 Acción .....	35
8.1.5 Observación.....	36
8.1.6 Reflexión-evaluación .....	41
8.2 Trabajo de indagación .....	42
8.2.1 Contenidos del trabajo de indagación .....	43
8.2.2 Competencias .....	44
8.2.3 Secuenciación y temporalización.....	45
8.2.4 Desarrollo de las actividades.....	47
8.2.5 Recursos y materiales.....	54
8.2.6 Atención a la diversidad .....	54

---

8.2.7	Transversalidad .....	55
8.2.8	Evaluación de los estudiantes y de la propuesta .....	55
8.2.9	Consideraciones especiales ante la pandemia .....	59
9.	CONCLUSIONES .....	60
10.	BIBLIOGRAFIA.....	62
11.	ANEXOS.....	65
	Anexo I: Ficha de introducción a la actividad.....	65
	Anexo II: Modelo de guion de la práctica de preparación de un jabón.....	66
	Anexo III: Modelo de memoria de la práctica de preparación de un jabón .....	71

## 1. INTRODUCCIÓN

El concepto de investigación-acción (I.A.) se refiere a la investigación, consciente y organizada, de los profesionales de la educación en el ejercicio de sus funciones para resolver sus propios problemas y mejorar su labor docente. Por lo tanto, no consiste tanto en objetivos generalizables como en pequeñas acciones que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es por ello que, en numerosas ocasiones, se ha instado, tanto a profesores como a maestros, para que se conviertan en investigadores y profesionales que reflexionan sobre su propia actividad. [1]

Algunos autores indican que, en el campo de la formación del profesorado, el interés por la I.A., puede entenderse por diversas motivaciones: el avance en la educación y en la formación de la investigación orientada a toma de decisiones; el interés por el desarrollo del currículum del profesor; la aproximación entre teoría y práctica, y los nuevos enfoques epistemológicos, entre otras. No obstante, la literatura científica que la I.A. ha generado en nuestro país es muy escasa. [2]

Según diversos autores, el problema más importante que plantea la investigación en el área de la enseñanza es la separación entre el conocimiento que se genera a través de dicha investigación y el que posteriormente se hace efectivo en el aula. [2]

Por otra parte, numerosas referencias bibliográficas ponen en entredicho el verdadero valor de las prácticas de laboratorio dentro de la enseñanza. El principal problema hace referencia a la utilización de métodos tradicionales tipo “receta de cocina” que hace que no brinden todo el potencial didáctico que pudieran ofrecer ni que contribuyan a que los estudiantes puedan comprender lo que es la actividad o investigación científica. [10]

Es por ello que surge la necesidad de buscar métodos innovadores que reviertan esta situación y desarrollen habilidades que le permitan al individuo acceder al conocimiento y a sus relaciones [10], llevando a cabo investigaciones más amplias por medio de la exploración, la investigación, la comprobación y la explicación. [11]

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, en el presente Trabajo Fin de Máster se desarrolla la propuesta de un modelo I.A. para contextualizar la química orgánica en la crisis sanitaria causada por el virus SARS-CoV-2 mediante un trabajo de indagación, que culminará con la realización de una práctica de laboratorio, en la que se preparará un producto

relacionado con la higiene personal, como es el jabón. Con este estudio, se pretende analizar la respuesta del alumnado ante esta metodología no tradicional, comprobando si el nivel de conocimientos adquiridos es superior al obtenido por métodos tradicionales, si el alumnado interioriza mejor el método científico y utiliza lenguaje científico en sus argumentaciones y razonamientos. Además, se pretende que dicho estudio sea una contribución al ámbito de la investigación docente en el entorno de la química orgánica y sea accesible al resto de la comunidad educativa mediante la publicación de los resultados en revistas de divulgación científica.

Por ello, en primer lugar, se lleva a cabo el diseño de la propia I.A., desde la situación inicial, pasando por los datos recopilados y terminando por el análisis de los resultados. A continuación, se concreta el diseño del correspondiente trabajo de indagación para llevar a cabo la práctica de laboratorio, todo ello bajo la premisa del aprendizaje significativo y la motivación del alumnado.

## 2. JUSTIFICACIÓN

### 2.1.Estado del arte

Debido al éxito mundial con el que actualmente cuenta la I.A., se puede llegar a pensar que se trata de un fenómeno reciente. Sin embargo, existen numerosas referencias bibliográficas que sitúan los orígenes de la I.A. en tiempos de la filosofía de Aristóteles, por lo que puede ser entendida como una herramienta clásica que se ha ido construyendo a lo largo de los siglos.[3]

Situándose en épocas más recientes, algunos autores ubican los inicios de la investigación docente en el pensamiento del pedagogo, psicólogo y filósofo estadounidense John Dewey (1904), quien afirmaba que *“los profesores de mente abierta, dispuestos a indagar y a reflexionar sobre su práctica docente, son fuente de inspiración para sus alumnos.”* [4]

Y ya hablando concretamente de la I.A., este término fue propuesto por primera vez en 1944 por el psicólogo social Kurt Lewin, quien ha pasado a la historia como el *padre fundador* de la I.A. Lewin definió este tipo de investigación como *“una forma de indagación experimental basada en el estudio de grupos que experimentan problemas”*. Para este psicólogo es fundamental ver la investigación como un proceso compuesto por ciclos de acción que incluyen el análisis, la identificación de hechos, la conceptualización, la planificación, la puesta en práctica y la evaluación de la acción. [1]

Posteriormente, sus teorías fueron desarrolladas también por Lawrence Stenhouse, Carr y Stephen Kemmis, aunque inicialmente fueron puestas a prueba en diversos contextos ajenos a la educación como la igualdad de oportunidades frente al empleo o la socialización de las bandas callejeras. [1] [3]

Pero no fue hasta los años 50 y 60 que se empezó a usar este tipo de investigación en el ámbito educativo, lo que trajo consigo la incentivación de la investigación docente como parte del trabajo fundamental de los mismos. [4]

Autores como Elliott (1981) hablan de la I.A. como *“el estudio de una situación social con miras a mejorar la calidad de la acción dentro de ella”*. En el caso de la educación, se trata de encontrar soluciones a pequeños problemas dentro del ámbito docente en un grupo de



trabajo acotado. No se busca, por tanto, obtener teorías generales de gran alcance respaldadas por estrictas pruebas científicas para ser válidas. [3]

Otra definición muy importante es la de Rapoport (1970) en la que se indica que *“el objetivo de la I.A. es abordar las cuestiones concretas que afectan a las personas en una determinada situación a la vez que se alcanzan las metas de las ciencias sociales mediante una colaboración conjunta, dentro de un marco teórico-ético aceptable”*. Es decir, Rapoport ve la I.A. como un tipo especial de investigación que implica a las propias personas que sufren el problema en la búsqueda de la solución. [1] [3]

Existen muchas otras definiciones. Halsey (1972), la definió como: *“una intervención a pequeña escala en el funcionamiento del mundo real...y el examen minucioso de los efectos de estas intervenciones”*. [1] Este sociólogo pone de manifiesto, una vez más, la relación de la I.A. con la vida cotidiana y su pretensión minimalista.

En la actualidad, la I.A. ofrece a los docentes un rol como investigadores de su propia actividad. Es decir, enseñar e investigar en la enseñanza no constituyen dos actividades distintas. Además, el interés por la investigación, tanto como generadores como consumidores, está aumentando en el ámbito docente gracias a los efectos positivos que se ha visto que tiene en el desarrollo del currículo, de la profesión y de la persona. [1]

Sin embargo, es importante resaltar que, aunque son muchos los investigadores que utilizan este tipo de investigación, todavía es complicado encontrar publicaciones al respecto. [9] [18] Por ejemplo, de acuerdo a los autores del libro *“Diez años de investigación e innovación en enseñanzas de las ciencias”* [20], de los trabajos estudiados sobre investigación e innovación en la enseñanza a lo largo de una década, solo un 13% de ellos eran de I.A., lo que pone de manifiesto la necesidad de seguir promoviendo la labor del docente como investigador.

## **2.2.Motivación**

La motivación para llevar a cabo este Trabajo Fin de Máster, con el que se pretende dar una propuesta de un modelo de I.A. en la enseñanza de la química orgánica en segundo de bachillerato, surge como consecuencia de dos aspectos: por una parte, por el propio interés de desempeñar el rol de profesora-investigadora. Además, como se ha visto en el apartado

anterior, aunque la I.A. se trata de un método con una cierta trayectoria, no existe una gran cantidad de publicaciones al respecto, por lo que me ha parecido interesante intentar contribuir a la mejora de este aspecto.

Por otra parte, aunque parece evidente que las prácticas de laboratorio contribuyen a captar el interés del alumnado por la *Física* y *Química*, es posible que en algunos casos, no cumplan al 100 % su objetivo si simplemente se basan en el seguimiento de un guion de prácticas como si de una receta de cocina se tratara. Además, con este tipo de metodologías, se puede llegar a cuestionar si los estudiantes están desarrollando una correcta asimilación del método científico y si realmente están entendiendo el procedimiento que están llevando a cabo y lo están relacionando con lo estudiado en el libro de texto. Por todo ello, me ha parecido interesante, plantear una nueva metodología para la realización de una práctica de laboratorio, donde el alumnado sea el protagonista de su aprendizaje.

### 3. OBJETIVOS

Teniendo en cuenta los objetivos asociados a la etapa de bachillerato [6], en la que se encuentra ubicada la propuesta, a continuación se procede a indicar los objetivos generales y específicos que se pretenden alcanzar en este Trabajo Fin de Máster.

#### 3.1. Objetivos generales

- 1) Trabajar los contenidos de los bloques “La actividad científica” y “Síntesis orgánica y nuevos materiales” mediante una metodología innovadora.
- 2) Promover un aprendizaje significativo para los estudiantes.
- 3) Concienciar sobre la importancia de la actividad científica.
- 4) Fomentar la motivación y el interés del alumnado por las ciencias experimentales.
- 5) Poner en valor la contribución de la química orgánica al estado del bienestar.
- 6) Relacionar los contenidos curriculares con aspectos de la vida cotidiana.
- 7) Promover el trabajo autónomo de los estudiantes, tanto en el aula como en el laboratorio.
- 8) Fomentar el trabajo cooperativo y colaborativo, prestando especial atención a la diversidad.
- 9) Familiarizar al alumnado con artículos de revistas de divulgación científica, desarrollando su capacidad de búsqueda de información, análisis, selección y síntesis.
- 10) Mejorar la alfabetización científica y la capacidad de argumentación de los estudiantes.
- 11) Formar personas capaces de desenvolverse en la sociedad con mente crítica y responsable frente al desarrollo tecnológico, económico, social y medioambiental.

### 3.2. Objetivos específicos

- 1) Conocer la situación actual de las prácticas de laboratorio de química en segundo de bachillerato respecto al grado de asimilación de conocimientos y motivación del alumnado.
- 2) Presentar un plan de acción para intentar mejorar la enseñanza de una práctica de laboratorio de química orgánica basado en la metodología de indagación.
- 3) Promover un aprendizaje de la química orgánica de segundo de bachillerato contextualizado socialmente, concretamente en la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2.
- 4) Identificar el proceso de saponificación de ésteres como la reacción principal en la elaboración de jabón.
- 5) Formular y nombrar compuestos correctamente.
- 6) Evidenciar la importancia de los compuestos y las reacciones orgánicas en la industria de la higiene y la salud como vía hacia el estado de bienestar.
- 7) Conocer los procedimientos propios del trabajo en un laboratorio, los reactivos y materiales que se emplean y las normas de seguridad.
- 8) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico y la iniciativa personal de los estudiantes.
- 9) Desarrollar la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

## 4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA

La presente propuesta se enmarca dentro de la asignatura troncal de Química de segundo de bachillerato.

De los cuatro bloques temáticos en los que se divide la materia, hace referencia a dos: **El bloque 1 “*La actividad científica*”**. En él se pretende que el alumnado se familiarice con la investigación científica, el método de trabajo práctico, los instrumentos de medida y sistemas auxiliares del laboratorio y el uso de las TICs. [5]

Y el **bloque 4 “*Síntesis orgánica y nuevos materiales*”**, que supone una introducción a la Química orgánica, sus funciones más importantes y las propiedades de cada una de ellas, sus reacciones más características y sus mecanismos. [5]

## 5. CONTENIDOS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES

Atendiendo a la normativa vigente, ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, publicada en el Boletín Oficial de Castilla y León (BOCyL) “por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León” [5], los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de los dos bloques temáticos considerados en este TFM son los que se muestran en la *Tabla 1* siguiente:

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de Aprendizaje Evaluables
<b>Bloque 1. La actividad científica</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilización de estrategias básicas de la actividad científica.</li> <li>▪ Investigación científica: documentación, elaboración de informes, comunicación y difusión de resultados. Fuentes de información científica.</li> </ul>	<p>1. Realizar interpretaciones, predicciones y representaciones de fenómenos químicos a partir de los datos de una investigación científica y obtener conclusiones.</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>

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de Aprendizaje Evaluables
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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.</li> </ul>	<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>2.1. Utiliza el material e instrumentos de laboratorio empleando las normas de seguridad adecuadas para la realización de diversas experiencias químicas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso de las TIC para la obtención de información química.</li> </ul>	<p>3. Emplear adecuadamente las TIC para la búsqueda de información, obtención de datos y elaboración de informes.</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>3.3. Realiza y defiende un trabajo de investigación utilizando las TIC.</p>

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de Aprendizaje Evaluables
	4. Analizar, diseñar, elaborar, comunicar y defender informes de carácter científico realizando una investigación basada en la práctica experimental.	4.1. Analiza la información obtenida principalmente a través de Internet identificando las principales características ligadas 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.
<b>Bloque 4. Síntesis orgánica y nuevos materiales</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La química del carbono.</li> <li>▪ Nomenclatura. Formulación orgánica según las normas de la IUPAC.</li> <li>▪ Estudio de funciones orgánicas. Funciones orgánicas de interés. Compuestos orgánicos polifuncionales.</li> </ul>	2. Formular compuestos orgánicos sencillos con varias funciones.	2.1. Diferencia compuestos orgánicos que poseen varios grupos funcionales, nombrándolos y formulándolos.
	4. Identificar los principales tipos de reacciones orgánicas.	4.1. Identifica y explica los principales tipos de reacciones orgánicas: prediciendo los productos, si es necesario.



Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de Aprendizaje Evaluables
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reactivos nucleófilos y electrófilos.</li> <li>▪ Tipos de reacciones orgánicas. Reacciones orgánicas de sustitución, adición, eliminación.</li> <li>▪ Principales compuestos orgánicos de interés biológico e industrial: alcoholes, ácidos carboxílicos, ésteres, aceites, ácidos grasos, perfumes y medicamentos. Aplicaciones. Impacto medioambiental.</li> <li>▪ Importancia de la Química del Carbono en el desarrollo de la sociedad del bienestar en la alimentación, la agricultura, la biomedicina, la ingeniería de materiales y la energía.</li> </ul>	<p>5. Escribir y ajustar reacciones de obtención o transformación de compuestos orgánicos en función del grupo funcional presente.</p>	<p>5.1. Desarrolla la secuencia de reacciones necesarias para obtener un compuesto orgánico determinado a partir de otro con distinto grupo funcional.</p>
	<p>6. Valorar la importancia de la química orgánica vinculada a otras áreas de conocimiento e interés social.</p>	<p>6.1. Relaciona los principales grupos funcionales y estructuras con compuestos sencillos de interés biológico.</p>
	<p>10. Conocer las propiedades y obtención de algunos compuestos en las diferentes ramas de la industria.</p>	<p>10.1. Identifica sustancias y derivados orgánicos que se utilizan como principios activos de medicamentos, cosméticos y biomateriales valorando la repercusión en la calidad de vida.</p>
	<p>12. Valorar la utilización de las sustancias orgánicas en el desarrollo de la sociedad actual y los problemas medioambientales que se pueden derivar.</p>	<p>12.1. Reconoce las distintas utilidades que los compuestos orgánicos tienen en diferentes sectores como la alimentación, agricultura, biomedicina, ingeniería de materiales, energía frente a las posibles desventajas que conlleva su desarrollo.</p>

*Tabla 1. Contenidos, Criterios de Evaluación y Estándares de Aprendizaje Evaluables*

## 6. COMPETENCIAS

En la última década del siglo XX, el informe Delors (1996) inspiró las propuestas de la OCDE que aconsejan un nuevo enfoque del aprendizaje centrado en las competencias. [16]

Se define *competencia* como “*la capacidad para poner en práctica de manera integrada, en contextos y situaciones diversas, los conocimientos, las destrezas y las actitudes desarrollados en el aprendizaje.*” El programa DeSeCo definió y seleccionó las competencias básicas que debían estar incluidas, en mayor o menor medida, en todas las asignaturas del currículo.[16]

Para conocer las competencias asociadas a la asignatura de química de segundo de bachillerato, se puede tomar de nuevo como referencia la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, publicada en el Boletín Oficial de Castilla y León (BOCyL). [5]

Tal y como se puede encontrar en la orden, las competencias directamente relacionadas con la asignatura de química en este curso son las siguientes: la **competencia matemática, la competencia en ciencias y tecnología, la competencia digital, fomentar la propia iniciativa y la de aprender a aprender.** [5]

En este Trabajo Fin de Máster se desarrollarán las competencias marcadas por la legislación vigente indicadas anteriormente, aunque también se tendrán en cuenta el resto de competencias hasta el total de las siete competencias clave [7], las cuales se describen a continuación:

1. **Competencia en comunicación lingüística (CCL).** Habilidad en el uso del lenguaje para la comunicación, la representación, comprensión e interpretación de la realidad, la construcción del conocimiento y la organización del pensamiento, las emociones y la conducta.
2. **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCCT).** La competencia matemática implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto. Las competencias básicas en ciencia y tecnología proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él

desde acciones, tanto individuales como colectivas, orientadas a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de los pueblos.

3. **Competencia digital (CD)**. Habilidad para buscar y procesar información mediante un uso creativo, crítico y seguro de las TIC.
4. **Competencia en aprender a aprender (CAA)**. Habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje.
5. **Competencias sociales y cívicas (CSC)**. Habilidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad, entendida desde las diferentes perspectivas, en su concepción dinámica, cambiante y compleja, para interpretar fenómenos y problemas sociales en contextos cada vez más diversificados; para elaborar respuestas, tomar decisiones y resolver conflictos, así como para interactuar con otras personas y grupos conforme a normas basadas en el respeto mutuo y en las convicciones democráticas.
6. **Competencia en el sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor (CSIEE)**. Capacidad para adquirir y aplicar una serie de valores y actitudes, y de elegir con criterio propio, transformando las ideas en acciones.
7. **Competencia en conciencia y expresiones culturales (CCEC)**. Habilidad para comprender, apreciar y valorar, con espíritu crítico y actitud abierta y respetuosa, diferentes manifestaciones culturales, e interesarse en su conservación como patrimonio cultural.

## 7. METODOLOGÍA

A continuación, se describen las metodologías de I.A. en general y del proceso de indagación en particular, en las que se basa la propuesta docente que se presenta en este Trabajo Fin de Máster.

### 7.1. Metodología de Investigación-Acción

En este apartado se presentan los aspectos más relevantes asociados a la I.A.: el procedimiento y los instrumentos de recogida de datos, así como ciertos aspectos éticos que se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar este tipo de investigación.

#### 7.1.1. Procedimiento de Investigación-Acción

Como todo proceso de investigación, esta metodología cuenta con unos pasos perfectamente diseñados y planificados que se deben seguir para desarrollar con éxito la tarea investigadora.

De forma genérica se puede decir que, la I.A se desarrolla siguiendo un **modelo en espiral en ciclos sucesivos**.

Antes de comenzar con el primer paso, es preciso que existan ciertos requisitos para el comienzo de la I.A. Estos serán los siguientes:

- Constitución del grupo de trabajo (si no se va a hacer de manera individual).
- Identificación de necesidades, problemas o centros de interés.

Es decir, es necesario tener conciencia de la necesidad de optimizar algún aspecto del ámbito educativo antes de empezar.

Una vez satisfechos estos dos requisitos, se puede proceder a desarrollar las diferentes etapas de la I.A. En primer lugar, se lleva a cabo un **diagnóstico y reconocimiento de la situación inicial**. A continuación, se **desarrolla un plan de acción** para mejorar esta situación. Posteriormente se procede a la **acción**, es decir, a la implantación del plan diseñado. Prácticamente de manera simultánea tiene lugar la fase de **observación** de los efectos que

produce el plan de acción implantado en ese contexto. Por último, dentro de este ciclo, se realiza la **reflexión-evaluación** de los efectos observados. Esta etapa supone la base para una nueva planificación, con la que comienza un nuevo ciclo. [8] El proceso descrito puede verse de manera gráfica en la *Figura 1*:



*Figura 1: Proceso de investigación – acción según Pilar Colás Bravo, 1994.[8]*

### **7.1.2. Instrumentos de recogida de datos**

Cuando se lleva a cabo una I.A., la recogida de información se efectúa utilizando diversos instrumentos, previstos en el diseño de investigación del propio plan de trabajo. [8]

Teniendo en cuenta que este tipo de investigación tiene un enfoque cualitativo, es decir, que trata de estudiar el significado de las acciones humanas, los instrumentos de recogida de información más adecuados son: **las entrevistas, las observaciones y los diarios**. Además, estos instrumentos de recogida de datos pueden ir acompañados de los siguientes: análisis de documentos, datos fotográficos, grabaciones en audio y vídeo (con sus correspondientes transcripciones), encuestas de opinión, etc.

Es importante tener presente que este tipo de investigación se caracteriza por una baja intervención del investigador/a y una elevada organización, por lo tanto los instrumentos indicados son los adecuados porque dan la posibilidad de que, una vez hecho un exhaustivo

diseño del plan de acción, el investigador/a se pueda mantener relativamente al margen realizando las observaciones pertinentes o recogiendo los datos otorgando cierta libertad a los sujetos objetos de estudio.

### **7.1.3. Principios éticos**

Debido a que, normalmente, el objeto de estudio de la I.A. suelen ser las personas y su comportamiento en un determinado contexto o circunstancia, es necesario seguir unos principios éticos que garanticen tanto la forma en la que se accede a esa información como el uso que se hace de ella. [8]

De manera general estos principios se fundamentan en que todas las personas que formen parte del estudio deben tener pleno conocimiento de su participación y deben manifestar su conformidad mediante la correspondiente autorización. [8]

## **7.2. Metodología de indagación**

La química es una ciencia experimental, y así viene indicado en la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo [5], por lo tanto se hace necesario utilizar las prácticas en el laboratorio como recurso metodológico si se desea que el alumnado complete sus estudios de manera plena.

Sin embargo, algunos expertos manifiestan ciertas reticencias frente al beneficio real del laboratorio en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, apuntando, como principal causa, a la utilización de metodologías tradicionales de tipo “receta de cocina” con las que se suele impartir estas prácticas [10] [11] [12] y ponen de manifiesto la necesidad de promover el cambio hacia actividades que reflejen en mayor medida la actividad científica. [17]

En el presente Trabajo Fin de Máster se pretende abordar esta cuestión siguiendo para ello la metodología de la indagación, que consiste en la exploración de diferentes aspectos científicos, en pequeños grupos de trabajo, en los que se comparte y discute la información encontrada, se razona, se analiza y se interpretan los datos y se colabora para alcanzar juntos la respuesta al interrogante planteado. [14]

Para que una actividad sea considerada de indagación debe cumplir dos condiciones: que incluya una pregunta investigable y que implique que los estudiantes analicen datos para responderla. Además, no todas las actividades de indagación son equivalentes y se pueden distinguir tres niveles según el grado de libertad que se otorga al alumnado:

- A. **Indagación guiada:** es aquella en la que el profesorado provee a los estudiantes de cierta información y les orienta en la realización de la investigación.
- B. **Indagación semiguiada:** en este caso, el profesorado otorga cierta libertad a los estudiantes, aunque les sigue guiando a lo largo de la investigación.
- C. **Indagación abierta:** aquella en la que se espera que los estudiantes diseñen todo el proceso de investigación.

Para llevar a cabo de manera satisfactoria un trabajo de indagación, el diseño de las actividades que se van a realizar debe ir orientado a cumplir una serie de fases: [14]

- ✓ Fase 1: Planificación de la indagación. Esta fase consiste en la preparación de la investigación por parte de los grupos de trabajo. Se deben tomar decisiones sobre los aspectos a investigar así como realizar la planificación de la misma.
- ✓ Fase 2: Observación y toma de datos. Esta fase comprende la experimentación y recopilación de los datos de acuerdo a los criterios establecidos en la fase anterior por cada grupo.
- ✓ Fase 3: Comunicación de resultados. Consiste en la presentación de los resultados, en la forma acordada (escrita u oral).
- ✓ Fase 4: Interpretación de resultados y establecimiento de conclusiones. Esta última fase consiste en el análisis conjunto de los resultados para dar respuesta a la pregunta de indagación.

## 8. PROPUESTA MODELO INVESTIGACIÓN-ACCIÓN

A continuación, se presenta la propuesta diseñada en el presente Trabajo Fin de Máster, tanto para la parte de la I.A. como para el desarrollo de la práctica de laboratorio mediante indagación.

### 8.1 Investigación-Acción

Para realizar el desarrollo de la I.A., se van a seguir los pasos indicados anteriormente, en el apartado de metodología.

#### 8.1.1 Etapas previas al inicio de la I.A.

Destacan dos etapas características:

A. Constitución del grupo de trabajo:

Esta I.A., al tratarse de un Trabajo Fin de Máster, se va a llevar a cabo de forma individual. Aunque cabe destacar que, si esta investigación se pensara para ser llevada a cabo en un entorno real de trabajo en un centro educativo, sería interesante poder llevar a cabo el estudio en varios institutos simultáneamente para poder analizar si los resultados pueden tener un carácter más general.

B. Identificación de necesidades, problemas o centros de interés:

En cuanto a este requisito previo, como ya se ha indicado anteriormente, aunque existen evidencias del potencial didáctico que puede brindar el laboratorio, se hace patente la necesidad de desarrollar un nuevo enfoque para las prácticas de laboratorio.



### ***8.1.2 Diagnóstico de la situación inicial***

Una vez cumplidos los dos requisitos anteriores, se puede dar comienzo a la I.A.

En primer lugar, se va a plantear un posible escenario en el que realizarla:

Se va a suponer que nos encontramos en un instituto público de educación secundaria y bachillerato situado en una zona céntrica de la ciudad de Palencia, en un entorno sociocultural de clase media-alta.

El alumnado pertenece, en su mayoría, a familias que ejercen como autónomos, seguidos de empleados y funcionarios del Estado.

En cuanto a los estudios realizados por los progenitores, un gran número de ellos tienen estudios superiores.

Por lo tanto, en cuanto al entorno se refiere, cabe esperar un comportamiento adecuado de los estudiantes y una buena predisposición hacia el aprendizaje y el estudio.

En cuanto a las instalaciones del centro, se va a suponer que cuenta con aulas con ordenador y conexión a internet, pantalla y proyector, el alumnado puede disponer de tablets o existe aula de informática donde puedan tener acceso a la red y, por supuesto, existe un laboratorio de química en el que se puedan llevar a cabo las prácticas docentes.

En lo referente al estudio de I.A. que se pretende hacer, la muestra sobre la que se va a realizar la investigación sería una clase de segundo de bachillerato de la modalidad de ciencias cuyos estudiantes han escogido la asignatura de química dentro del bloque de asignaturas troncales. El tamaño de la muestra que se va a considerar es de 24 alumnos/as.

Por último, es necesario hacer una última consideración teniendo en cuenta que se trata de un alumnado de segundo de bachillerato, y de que es un centro que cuenta con laboratorio de química, y es que se va a presuponer que los estudiantes ya han trabajado en el laboratorio en anteriores ocasiones, que conocen el manejo de los reactivos y materiales y pueden trabajar con cierta independencia. Es más, dentro de este curso académico, se deberían haber realizado, al menos, una o dos prácticas con estos mismos estudiantes dentro del bloque de química inorgánica. Y, en este caso, se llevaría a cabo una práctica más correspondiente al bloque de química orgánica, con un grado de dificultad similar a las realizadas en el bloque anterior, por lo que es perfectamente asumible partir del hecho de que el alumnado se

desenvuelve adecuadamente en el laboratorio. En principio, no se plantea la opción de realizar más prácticas ya que, al tratarse de segundo de bachillerato, un curso con el tiempo y los temarios muy ajustados debido a la prueba de acceso a la universidad, sería muy difícil poder llevarlo a cabo. Además, se considera que una práctica puede ser suficiente para apreciar los cambios en el alumnado.

Una vez establecidos todos estos criterios, para llevar a cabo el diagnóstico de la situación inicial, se realizaría un estudio de los datos recogidos a través de estos instrumentos:

- 1) Los exámenes de prácticas del curso anterior de la misma experiencia de laboratorio que la que se va a realizar para la I.A. en este curso.
- 2) La memoria de laboratorio realizada por el alumnado sobre esta práctica el curso anterior.
- 3) Los exámenes de prácticas del bloque de química inorgánica que habrán realizado los mismos estudiantes en los meses anteriores.
- 4) El cuaderno de prácticas que habrán realizado los estudiantes durante las prácticas del bloque de inorgánica.
- 5) La memoria de laboratorio realizada por el alumnado en las prácticas de inorgánica.

El análisis de estos exámenes, cuadernos y memorias constituirá el diagnóstico de la situación inicial del estudio que se desea llevar a cabo y que será detallado a continuación dividido en dos bloques (I y II) en función del año al que pertenecen los datos.

#### I. Instrumentos de recogida de datos del curso anterior

La práctica de laboratorio de la parte de química orgánica que van a realizar los estudiantes, y con la que se va a realizar la investigación, es la siguiente: “*preparación de un jabón*”, que es una práctica bastante utilizada en este nivel, por lo que es de esperar que existan resultados de exámenes del curso anterior, así como memorias de laboratorio, y que se pueda tener acceso a ellos.

Suponiendo que esto fuera posible, se llevaría a cabo un análisis de este material perteneciente al alumnado del curso anterior, tanto cuantitativa como cualitativamente, tal y como se indica a continuación:

### I.A. Análisis cuantitativo

En esta parte del estudio, la cuantitativa, se va a hacer uso de los exámenes de prácticas del curso anterior. Este análisis se llevaría a cabo teniendo en cuenta diferentes objetivos.

En primer lugar, se recogerían datos sobre las calificaciones que obtuvieron los estudiantes en el examen realizado el curso pasado. Se distribuirían de la siguiente forma según se muestra en la *Tabla 2*:

Calificación obtenida	Número de alumnos
0 - 4,9	
5 - 6,9	
7 - 8,9	
9 - 10	

*Tabla 2. Número de alumnos por calificación obtenida en el examen*

Una vez recogidos estos datos, el primer objetivo de este análisis cuantitativo sería mostrar de forma general, el número de alumnos/as, y porcentaje de los mismos, que superaron el examen y con qué calificación. Esto permite tener una idea general del nivel de asimilación de conocimientos que obtienen los estudiantes tras la realización de la práctica de laboratorio.

En segundo lugar, se procedería a contabilizar las respuestas ofrecidas por el alumnado a cada una de los ejercicios del examen (suponemos cinco cuestiones), según el siguiente código mostrado en la *Tabla 3*:

Cuestión	Tipo de respuesta	Código	Número de alumnos
1	Ejercicio en blanco	B	
	Respuesta incorrecta	I	
	Respuesta correcta	C	
2	Ejercicio en blanco	B	
	Respuesta incorrecta	I	
	Respuesta correcta	C	
3	Ejercicio en blanco	B	
	Respuesta incorrecta	I	
	Respuesta correcta	C	
4	Ejercicio en blanco	B	
	Respuesta incorrecta	I	
	Respuesta correcta	C	
5	Ejercicio en blanco	B	
	Respuesta incorrecta	I	
	Respuesta correcta	C	

*Tabla 3. Número de alumnos por respuesta dada a cada una de las cuestiones del examen según el código establecido*

Una vez recopilados estos datos, y habiendo determinado previamente un grado de dificultad para cada una de las cuestiones, se procederá a realizar un análisis de ellos. Uno de los objetivos del estudio será conocer qué número de estudiantes, y en qué porcentaje, han respondido a cada una de las cuestiones. De esta manera si, por ejemplo, hemos determinado que la cuestión 1 es la de menor dificultad y la 5 la de mayor, se puede conocer cuántos alumnos/as han dado respuesta a una cuestión en función al grado de dificultad que conlleva.

Otro objetivo de análisis que se podría establecer con estos datos es ver si existe una correlación entre el tipo de respuesta que la pregunta requiere y el número de personas que ofrecen la solución correcta a cada cuestión. Por ejemplo, si la cuestión 1 consiste en una respuesta de tipo matemático, en la que simplemente se necesita conocer una fórmula y realizar una operación para obtener la respuesta correcta, y la cuestión 5 exige hacer algún tipo de deducción en base a los conocimientos adquiridos y razonar la respuesta, se podría analizar si el número de estudiantes que resuelve cada una de las cuestiones disminuye según se exige una mayor capacidad de razonamiento, lo que vendría a poner de manifiesto la necesidad de replantearse la manera de impartir las prácticas docentes para que el alumnado adquiriera esas capacidades deductivas y de razonamiento.

Por último, se extraerían los siguientes datos tras la revisión de los exámenes: tomando únicamente de la clasificación anterior los marcados como C (respuesta correcta) y estableciendo un sistema de categorías para el análisis atendiendo a la calidad de la argumentación de las respuestas. Tomando el ejemplo anterior, si suponemos que las preguntas 1 y 2 son de tipo matemático y que las cuestiones 3, 4 y 5 son de tipo deductivo con justificación, tomaríamos estas últimas para hacer la valoración atendiendo al criterio indicado en la *Tabla 4* que se presenta a continuación:

Cuestión	Nivel de respuesta	Código	Número de alumnos
3	Sin razonamiento	C0	
	Razonamiento incorrecto	C1	
	Razonamiento incompleto	C2	
	Razonamiento completo	C3	
4	Sin razonamiento	C0	
	Razonamiento incorrecto	C1	
	Razonamiento incompleto	C2	
	Razonamiento completo	C3	
5	Sin razonamiento	C0	
	Razonamiento incorrecto	C1	
	Razonamiento incompleto	C2	
	Razonamiento completo	C3	

*Tabla 4. Número de alumnos por respuesta dada según el nivel de razonamiento de sus respuestas*

Una vez conocidos estos datos, se puede ver que, aunque todos estos estudiantes han respondido correctamente a la cuestión, no todos lo han hecho con el mismo nivel de argumentación. Por ello, se llevaría a cabo el siguiente análisis cuyo objetivo será conocer qué número de estudiantes, y en qué porcentaje, han respondido a cada una de las cuestiones en función del grado de razonamiento de la respuesta.

### I.B. Análisis cualitativo

El análisis cualitativo se llevaría a cabo teniendo en cuenta tanto los exámenes de prácticas realizados como las memorias de laboratorio entregadas por los estudiantes del curso anterior sobre la práctica de la elaboración de jabón. En este caso también se plantean diferentes objetivos, pero es importante tener en cuenta que, el objetivo primordial del análisis cualitativo, va a ser detectar problemas, estudiar el significado de las acciones humanas, observar, comprender y dotar de significado las respuestas. Es por ello que, en este caso, nos vamos a centrar en lo particular, en cada sujeto, no interesan tanto las generalidades.

Por lo tanto, se va a proceder como sigue: por una parte, con respecto a los exámenes, se analizarían tanto las respuestas marcadas como C (respuestas correctas) como las I (respuestas incorrectas), que van a ser la clave para detectar errores.

Uno de los objetivos que se podrían plantear en el estudio sería observar si el alumnado presenta dificultades para razonar las respuestas, o se trata de una falta de entendimiento global de la práctica de laboratorio. Para ello, se observaría si aquellos estudiantes cuyas respuestas de tipo matemático (cuestiones 1 y 2 en el ejemplo ficticio) fueron correctas, tuvieron también respuestas correctas para las de tipo deductivo con justificación. Esto permitiría localizar la base del problema que el alumnado puede presentar frente a la comprensión de la materia.

Otro objetivo del estudio cualitativo podría ser el siguiente: tomando de nuevo el mismo ejemplo, en el que se supuso que las preguntas 1 y 2 son de tipo matemático y que las cuestiones 3, 4 y 5 son de tipo deductivo con justificación, se tomarían estas últimas para hacer el estudio. En este caso, y teniendo en cuenta que se trata de un análisis cualitativo, el objetivo del estudio no será conocer el número de alumnos/as que dan un tipo de respuesta u otro (como fue en el cuantitativo), sino como son esas respuestas en sí mismas, es decir, si se aprecia argumentación científica en las respuestas, o por el contrario el alumnado sigue ciertos patrones de la vida cotidiana para argumentar sus respuestas, si existe carácter deductivo o no, si se aprecia un entendimiento global de la práctica y la asocian correctamente a un contenido teórico, etc. Es decir, se busca encontrar entre las respuestas del alumnado estructuras de este tipo: “*si..., entonces...*”; “*si..., observaremos que...*”; “*cuando..., ocurre que...*”; etc., que muestren indicios de que los estudiantes han entendido, e interiorizado, el

método científico a lo largo de sus años de estudio y han desarrollado un lenguaje propio de este ámbito.

Con este mismo enfoque y objetivos, se analizarían también las memorias de laboratorio, a través de las cuales se estudiaría si, además de los contenidos, los estudiantes demuestran haber interiorizado el método científico, si realmente han comprendido el desarrollo de la práctica y si han adquirido destrezas comunicativas a través del lenguaje científico.

## II. Instrumentos de recogida de datos del presente curso

Para realizar una correcta planificación de la asignatura al principio del curso, pensando en la realización de una I.A., el diseño de las prácticas de laboratorio de química inorgánica, previamente realizadas por el alumnado, se lleva a cabo de manera que permitan obtener datos relevantes para el estudio y permita la comparación de resultados. En este sentido, los apartados de los que constan el cuaderno de prácticas y la memoria de laboratorio son los mismos tanto en las prácticas de química inorgánica como en las de orgánica, y los estudiantes trabajarán de acuerdo a esa estructura en todas ellas.

Respecto al examen de prácticas, contará con cuestiones relativas a la práctica de laboratorio con distinto grado de complejidad y diferentes tipologías. Por ejemplo, los exámenes se planificarán para que consten de los siguientes tipos de preguntas:

- a. Una o dos cuestiones relativas a la parte manipulativa de la práctica, es decir, hacer una descripción del proceso experimental que hay que llevar a cabo, explicar cómo se utiliza correctamente un determinado material de laboratorio, por ejemplo, una pipeta, o describir un determinado procedimiento, por ejemplo, cómo realizar una valoración.
- b. Una o dos cuestiones de tipo matemático-operacional o de aplicación de fórmulas. Por ejemplo, indica cual es el reactivo limitante de esta reacción o calcula el rendimiento de la misma.
- c. Dos o tres cuestiones de argumentación y razonamiento. Por ejemplo, ¿por qué se utiliza este reactivo y no otro? ¿por qué se añade un catalizador? ¿qué pasaría si realizamos con el producto obtenido los siguientes ensayos?



Una vez recopilada toda la documentación referente a las prácticas de química inorgánica, se procederá a realizar los análisis correspondientes siguiendo la misma planificación que la ya explicada en el apartado anterior para el material del curso pasado y que en este caso quedará de la siguiente manera en base al instrumento de recogida de datos que se va a utilizar: el análisis cuantitativo se hará en base a los exámenes de prácticas, siguiendo la misma estructura que se indicó para ese caso, y el análisis cualitativo se llevará a cabo de acuerdo a los exámenes, los cuadernos de prácticas y las memorias de laboratorio, con los que se seguirá la misma planificación indicada, teniendo presente que ahora se cuenta también con los cuadernos de laboratorio para poder obtener información.

En resumen, y por sintetizar como quedaría el estudio del diagnóstico inicial en base al instrumento de recogida de datos que se va a utilizar para cada uno de los cursos, se presenta la *Tabla 5* siguiente:

	Curso anterior	Curso actual
Análisis cuantitativo	Exámenes de prácticas de la parte de química orgánica	Exámenes de prácticas de la parte de química inorgánica
Análisis cualitativo	Exámenes de prácticas de la parte de química orgánica	Exámenes de prácticas de la parte de química inorgánica
	Memoria de laboratorio de la práctica de la elaboración de jabón	Memoria de laboratorio de las prácticas de química inorgánica
		Cuadernos de laboratorio de las prácticas de química inorgánica

*Tabla 5.* Resumen de los instrumentos de recogida de datos, para cada uno de los análisis, en función del curso

Es de esperar que, con toda esta información en la mano, se pueda realizar un diagnóstico bastante preciso de la situación inicial previa a la realización de la implantación de la I.A. y que, con base en la bibliografía consultada, previsiblemente indicará que el alumnado es capaz de seguir el guion de prácticas y de reproducir las tareas propias del laboratorio y realizarlas con éxito, pero que no es capaz de enlazar adecuadamente los conceptos entre lo que se ve en clase de manera teórica y lo que se realiza en el laboratorio y que se “pierde” a la hora de argumentar las respuestas y no es capaz de justificar sus respuestas de acuerdo al lenguaje científico.

A la vista de estos previsibles resultados, surge la motivación de probar una nueva metodología en el trabajo de laboratorio, alejada de los métodos más tradicionales, y más orientada a la investigación por parte del estudiante de lo que se va a llevar a cabo, es decir, mediante la indagación, qué será lo que se analice posteriormente en el estudio.

### ***8.1.3 Desarrollo del plan de acción***

Una vez realizado el estudio del diagnóstico inicial, y probablemente habiendo encontrado una problemática como la indicada en el apartado anterior en la que se muestra que los métodos tradicionales utilizados en las prácticas docentes no siempre tienen en el alumnado el beneficio que se las supone, se procedería a desarrollar un plan de acción que permita revertir, o al menos corregir, esta situación.

El objetivo principal de este plan de acción va a ser llevar a cabo una práctica de laboratorio de la parte de química orgánica, concretamente la elaboración de jabón, utilizando un método innovador, en este caso, mediante el uso de la indagación, y posteriormente comparar si este método resulta más beneficioso para el alumnado frente al tradicional.

Aunque el trabajo de indagación no se va a explicar ahora, sino que se desarrollará más adelante en su apartado correspondiente, cabe mencionar en este momento algunos aspectos importantes de la planificación de la acción. Estos son los siguientes:

- Previamente a la realización de la práctica, los estudiantes habrán cursado la teoría correspondiente a los tipos de reacciones orgánicas (sustitución, adición y eliminación) del bloque 4 “Síntesis orgánica y nuevos materiales”, de manera que puedan disponer de estos conocimientos antes de ir al laboratorio.

- Desde un punto de vista conceptual, la propuesta se basa en lograr que el alumnado sea capaz de realizar la práctica de laboratorio de manera autónoma y sin entrega del guion de prácticas correspondiente por parte del profesorado, siendo ellos mismos los que terminen confeccionando uno propio.
- En las sesiones de clase y de laboratorio va a predominar el trabajo autónomo del alumnado, tratando de que las intervenciones de la profesora-investigadora se reduzcan a resolver ciertas dudas durante el trabajo, a dirigir las puestas en común y a aportar breves explicaciones aclaratorias.
- Es por ello que, las actividades que van a guiar el trabajo de los estudiantes van a ser de tres tipos: actividades introductorias, actividades para trabajar en grupo y actividades individuales para realizar fuera del horario lectivo.
- Al final de la propuesta el alumnado tendrá que hacer entrega de un guion de la práctica (uno por grupo), redactar una memoria de laboratorio de la experiencia realizada (individualmente), entregar el cuaderno de laboratorio que han ido realizando (uno por persona) y realizar una prueba escrita individual. Todo ello constituirá los instrumentos de recogida de datos de la investigación.

#### **8.1.4 Acción**

Posteriormente, una vez establecido el plan de acción, será necesario poner en práctica el plan diseñado. Esta fase y la siguiente, la de observación, se dan prácticamente de manera simultánea.

Como ya se ha indicado en ocasiones anteriores, el plan de acción se pondría en práctica en una clase de segundo de bachillerato de la modalidad de ciencias cuyos estudiantes han escogido la asignatura de química dentro del bloque de asignaturas troncales.

El tamaño de la muestra que se va a considerar es de 24 alumnos/as, lo que permite formar grupos de trabajo de cuatro estudiantes para realizar el trabajo de indagación. Dichos grupos serán establecidos por la profesora-investigadora de manera que se garantice la homogeneidad entre los grupos y la heterogeneidad dentro de los mismos, para no condicionar los resultados en la medida de lo posible. También se tendrán en cuenta las relaciones existentes entre el

alumnado, para garantizar un clima adecuado de trabajo y respeto entre iguales. Además, se prestará especial atención a la diversidad.

### **8.1.5 Observación**

La fase de observación tiene una especial relevancia en la I.A. pues, como ya se explicó con anterioridad, este tipo de investigaciones se caracteriza por una baja intervención del investigador que, a priori, debería mantenerse al margen siendo simplemente “espectador” del desarrollo del plan de acción. Es por ello que, estas fases, se encuentran vinculadas, ya que ocurren de manera prácticamente simultánea.

En este caso, dentro de las limitaciones, se pretende que el alumnado trabaje con cierta autonomía, minimizando la intervención de la profesora-investigadora en la medida de lo posible. Por ello, durante el desarrollo de la acción, la tarea principal de la misma consistirá en observar el trabajo del alumnado, tanto en el aula como en el laboratorio, así como redactar simultáneamente un diario de registro cronológico.

Tal y como se describe en la bibliografía, el diario del profesor es un documento personal mediante el cual se registran acontecimientos, pensamientos y sentimientos relevantes en el mismo momento en el que se producen, evitando los efectos de la memoria en la recogida de los datos. [1]

En el diario que se llevaría a cabo, en primer lugar y antes de realizar cualquier tipo de anotación, habría que indicar el número de orden del registro y fecha y hora en la que tiene lugar la sesión, para que se pueda ubicar en el tiempo durante el posterior análisis y reflexión.

A continuación, se indicaría, mediante una cruz, si lo que se va a registrar se trata de un efecto positivo o negativo. Como *efecto positivo* se recogerían tanto la consecución de objetivos como las interacciones exitosas con los estudiantes o los progresos significativos desde el punto de vista de los resultados. Si, por el contrario, las entradas en el diario se centran en limitaciones, barreras, problemas, áreas de conflicto o tensiones experimentadas en el aula o laboratorio, esto se recogería como *efecto negativo*. [1]

Finalmente se procederá a tomar nota del acontecimiento en sí mismo desgranándolo en tres aspectos: intenciones, transacciones y resultados. En el apartado de *intenciones* se recogerán

las metas u objetivos que el investigador se haya planteado. En el de *transacciones* se hará referencia a las interacciones entre la profesora y los alumnos/as. Y, por último, en el de *resultados*, se recogerán las conclusiones obtenidas tras la experiencia.

A continuación, se presenta la forma de un registro dentro del diario y se muestra, a modo de ejemplo, dos posibles anotaciones, una de efecto positivo, *Figura 2*, y otra negativa, *Figura 3*:

<b>Número de registro: 3</b>	
<b>Fecha y hora de la sesión: 23/03/2021 – 11:15 h</b>	
<b>Tipo de efecto</b> (marcar con una cruz)	
<b>Positivo</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Negativo</b> <input type="checkbox"/>
<b>Intenciones</b>	<p>Hoy vamos a llevar a cabo una puesta en común de la información que el alumnado ha encontrado sobre la elaboración del jabón y las reacciones químicas implicadas.</p> <p>Se espera que hayan sido capaces de dar con el proceso e identificar las reacciones químicas.</p>
<b>Transacciones</b>	<p>Solo con introducir el tema había varios grupos dispuestos a explicar la información que habían encontrado. Los estudiantes hablan con rigor sobre el tema y argumentan las respuestas.</p> <p>Todos los grupos han participado activamente en la puesta en común y lo han hecho de manera ordenada y respetuosa.</p> <p>Mis intervenciones han ido orientadas a la confirmación de la información encontrada y únicamente he tenido que volver a explicar brevemente el mecanismo de las reacciones de sustitución nucleófila, porque algunos estudiantes han manifestado problemas con este proceso.</p>
<b>Resultado</b>	<p>La experiencia ha resultado positiva y se han alcanzado los objetivos planteados: todos los grupos habían buscado la información y se han mostrado muy participativos en la puesta en común, por lo que la actividad ha resultado dinámica y enriquecedora.</p> <p>Considero que todos los grupos tienen claro lo que van a hacer en el laboratorio y que, prácticamente todos los estudiantes, han entendido los conceptos sobre las reacciones químicas que se vieron en teoría, de una manera más aplicada ahora.</p>

*Figura 2.* Aspecto que tendría el registro dentro del diario y ejemplo de un registro de efecto positivo

<b>Número de registro: 5</b>	
<b>Fecha y hora de la sesión: 25/03/2021 – 11:15 h</b>	
<b>Tipo de efecto</b> (marcar con una cruz)	
<b>Positivo</b> <input type="checkbox"/>	<b>Negativo</b> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Intenciones</b>	<p>Hoy vamos a llevar a cabo la realización de la práctica de laboratorio para la elaboración del jabón.</p> <p>Se espera que el alumnado trabaje de manera autónoma siguiendo el guion que ellos mismos han preparado.</p> <p>En este registro se desea comprobar que los estudiantes conocen y manejan adecuadamente los instrumentos de medida volumétricos usados en los laboratorios.</p>
<b>Transacciones</b>	<p>He detectado que el alumnado presenta problemas a la hora de escoger el instrumento de medida de volumen más adecuado para tomar 14 ml de la disolución de etanol-agua. Primero han “discutido” entre ellos cual era la mejor alternativa, pues unos se inclinaban por el uso de la pipeta y otros por el de la probeta, aunque sus argumentos no eran rigurosos ni estaban fundamentados, por lo que finalmente no se ponían de acuerdo y han decidido consultarme para poner fin a la discusión.</p> <p>La interacción con ellos ha sido buena pues, en cuanto he mencionado el concepto precisión y error, rápidamente han caído en la cuenta de que era más ventajoso usar la pipeta, ya que su precisión es superior a la de la probeta.</p>
<b>Resultado</b>	<p>En esta ocasión el alumnado no ha superado el objetivo pues, en base a la experiencia previa en el laboratorio con la que cuentan, esperaba que fueran capaces de resolver esta cuestión por sí mismos, sin necesidad de mi intervención. Además, me ha decepcionado que, como argumentos en su discusión, no utilizaran ninguna explicación razonada, sino que recurrieran a respuestas del tipo: “he usado la pipeta porque no tengo otra cosa con la que medir volúmenes” o “ha sido lo primero que he pillado” o “qué más da, ¿no?”, totalmente alejadas de lo que se esperaba de ellos.</p>

*Figura 3. Aspecto que tendría el registro dentro del diario y ejemplo de un registro de efecto negativo*

Además del diario, en esta fase de observación, se hará uso de otros instrumentos para la recogida de datos más directamente relacionados con las actividades concretas realizadas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos instrumentos son los mismos que los que se utilizaron en la fase de diagnóstico, lo que va a facilitar la comparación de los resultados: **el cuaderno de prácticas, la memoria de laboratorio y el examen de prácticas**. Además, en este caso, también se hará uso del **guion de prácticas**, que cada grupo tiene que desarrollar.

Como se hizo en la fase de diagnóstico inicial, con todos los datos recogidos, se llevarán a cabo dos tipos de análisis, uno cuantitativo y otro cualitativo. Los objetivos que se marcarán en cada uno de ellos son los mismos que se plantearon en los análisis previos, por lo que no procede volver a explicarlos con detalle. No obstante, se muestra una tabla-resumen, *Tabla 6*, en la que se recogen los instrumentos de recogida de datos que se utilizan en cada uno de ellos, así como los objetivos marcados en cada tipo de análisis.

	Instrumento de recogida de datos	Objetivos del análisis
<b>Análisis cuantitativo</b>	Exámenes de la práctica de laboratorio de la elaboración de jabón realizados por el alumnado.	<p><b>Objetivo 1</b></p> <p>Conocer el número de alumnos/as, y porcentaje de los mismos, que superaron el examen de la práctica y con qué calificación. (Ver <i>Tabla 2</i>)</p>
		<p><b>Objetivo 2</b></p> <p>Asignar a cada respuesta del examen una letra (B, I, C) según el código indicado en la <i>Tabla 3</i> y, habiendo determinado previamente un grado de dificultad para cada una de las cuestiones, se establecerá cuántos alumnos/as, y en qué porcentaje, han dado respuesta a una cuestión en función al grado de dificultad que conlleva.</p>

	Instrumento de recogida de datos	Objetivos del análisis
		<p><b>Objetivo 3</b></p> <p>Utilizando el mismo tratamiento de los datos que en el caso anterior, se procederá a realizar un estudio con el siguiente objetivo: conocer cuántos alumnos/as, y en qué porcentaje, han solucionado una cuestión en función del tipo de respuesta que requiere (matemática o razonada).</p>
		<p><b>Objetivo 4</b></p> <p>Aplicando el criterio indicado en la <i>Tabla 4</i> a las respuestas correctas, el objetivo de este análisis será conocer qué número de estudiantes, y en qué porcentaje, han respondido a cada una de las cuestiones en función de su grado de razonamiento de la respuesta.</p>
<b>Análisis cualitativo</b>	-Exámenes de la práctica de laboratorio de la elaboración de jabón realizados por el alumnado.	<p><b>Objetivo general: detectar problemas</b></p>
		<p><b>Objetivo 1</b></p> <p>Analizar si los fallos encontrados en el examen se deben a la falta de conocimiento o a problemas de argumentación.</p>



	Instrumento de recogida de datos	Objetivos del análisis
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuadernos de laboratorio de las prácticas, concretamente de la práctica de la elaboración de jabón.</li> <li>- Memoria de laboratorio de la práctica de la elaboración de jabón.</li> <li>- Guion realizado por los grupos para la elaboración del jabón.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo 2</b></p> <p>Conocer cómo dan respuesta a las preguntas de razonamiento los estudiantes en el examen de prácticas y si utilizan el lenguaje científico para ello.</p>
		<p style="text-align: center;"><b>Objetivo 3</b></p> <p>Todo este material se estudiaría con el objetivo de conocer si, además de los contenidos, los estudiantes demuestran haber interiorizado el método científico, si realmente han comprendido el desarrollo de la práctica y si han adquirido destrezas comunicativas a través del lenguaje científico.</p>

*Tabla 6. Resumen de los instrumentos de recogida de datos y objetivos para cada uno de los análisis*

### **8.1.6 Reflexión-evaluación**

Una vez concluida la fase de observación, y tras haber realizado los análisis correspondientes de los datos, se procederá a comparar los resultados obtenidos con lo que se recogieron en la fase de diagnóstico inicial, de manera que se puedan determinar los posibles efectos de la implantación del plan.

Llegados a este punto, se pueden dar tres posibles escenarios:

- A. Que no se aprecie ningún efecto reseñable asociado a la implantación del plan.
- B. Que se aprecien ciertos efectos negativos tras la puesta en práctica de la propuesta.
- C. Que se aprecien efectos positivos con la implantación.

Sea cual sea el efecto que haya causado la implantación del plan, se procedería a realizar una reflexión del mismo en base a los datos recogidos y se realizaría una evaluación de la puesta en práctica. Además, se utilizaría la situación que fuera como punto de partida hacia otro nuevo plan de acción.

Por ejemplo, si se da el escenario A, es decir, no se aprecia ningún efecto reseñable asociado a la implantación, sería necesario realizar el nuevo diagnóstico de la situación inicial contemplando otros factores que puedan influir en la respuesta del alumnado, que no se hayan tenido en cuenta en el primero, sobre los que se trabajaría en este nuevo plan manteniendo los anteriores.

Si se produce el escenario B, es decir, se detectan efectos negativos como respuesta a la propuesta que se ha llevado a cabo, sería necesario realizar una reestructuración completa del plan empezando, como debe ser, por realizar un nuevo diagnóstico inicial partiendo de cero, teniendo en cuenta lo que se hizo en el anterior para no repetir lo mismo.

Por último, si se produjera el escenario C, el más favorable de todos, aquel en el que se detectan efectos positivos como respuesta al plan puesto en marcha, la I.A. no se daría por terminada y se volvería a analizar la presente situación como diagnóstico inicial y se marcarían nuevas líneas de actuación buscando otras posibles mejoras.

## 8.2 Trabajo de indagación

Como ya se ha indicado previamente, la metodología, cuyo éxito o fracaso se quiere estudiar a través de la I.A., consiste en realizar una práctica de laboratorio mediante un trabajo de indagación. Dicha práctica será la elaboración de un jabón.

De todos los tipos de indagación que se presentaron en el apartado de metodología, se ha decidido escoger la *indagación guiada* para llevar a cabo esta implantación ya que, aunque otorga cierta libertad al alumnado, permite al docente controlar y dirigir a sus estudiantes a lo largo de la tarea.

### **8.2.1 Contenidos del trabajo de indagación**

Con el desarrollo de este trabajo de indagación se pretende trabajar una serie de contenidos incluidos dentro de la legislación vigente [5] [6]. Concretamente, los que se indican a continuación:

- 1) Estrategias básicas de la actividad científica.
- 2) Investigación científica: documentación, elaboración de informes, comunicación y difusión de resultados. Fuentes de información científica.
- 3) 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.
- 4) Uso de las TIC para la obtención de información química.
- 5) Química del carbono.
- 6) Nomenclatura y formulación orgánica según las normas de la IUPAC.
- 7) Estudio de funciones orgánicas. Funciones orgánicas de interés. Compuestos orgánicos polifuncionales.
- 8) Reactivos nucleófilos y electrófilos.
- 9) Tipos de reacciones orgánicas.
- 10) Principales compuestos orgánicos de interés biológico e industrial. Aplicaciones. Impacto medioambiental.
- 11) Importancia de la química del carbono en el desarrollo de la sociedad del bienestar.

### 8.2.2 Competencias

Con el desarrollo de este trabajo de indagación, se busca que el alumnado adquiera los siguientes ítems dentro de las siete competencias clave de la manera siguiente:

#### 1) CCL

El alumnado adquirirá la terminología específica relacionada con la materia y reforzará su comprensión lectora mediante la lectura comprensiva de la información que deben buscar para realizar el trabajo. En la medida de lo posible, se intentará que manejen artículos de revistas científicas, previamente proporcionados por la profesora, para que se familiaricen con ellos.

Asimismo, mejorarán la capacidad de síntesis y desarrollarán la expresión escrita mediante la redacción del informe y el guion de prácticas.

Además, mejorarán las habilidades comunicativas trabajando en grupo y en las puestas en común de la información.

#### 2) CMCCT

La experimentación es la base fundamental en la actividad científica. El alumnado desarrollará esta competencia elaborando un jabón siguiendo con el máximo rigor la metodología puramente científica, es decir, partiendo prácticamente desde cero.

#### 3) CD

Esta competencia se trabajará a través de la redacción del informe y el guion de prácticas haciendo uso de procesadores de texto, así como de la búsqueda en internet para encontrar información relativa a la elaboración de jabón (reactivos y fichas de seguridad, reacciones implicadas, proceso de fabricación, etc.).

#### 4) CAA

Los estudiantes deben preparar por sí mismos el guion de prácticas para la elaboración del jabón, así como el propio jabón, desarrollando un aprendizaje autónomo.

### 5) CSC

La realización del trabajo en grupos, y de las prácticas en parejas, promueve la colaboración y cooperación del alumnado. Además, a través de las puestas en común se fomentará el respeto hacia los demás y el saber escuchar.

A través del contexto utilizado (la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2) se pretende que los estudiantes sean capaces de comprender la realidad social del mundo en el que viven y la importancia de la higiene para la salud; de esta manera se espera que adquieran valores para su crecimiento como personas y desarrollen una actitud crítica.

### 6) CCEC

A través del trabajo en el laboratorio, el alumnado tomará consciencia de la importancia de la experimentación para el desarrollo de la ciencia, y de la sociedad en su conjunto, más aun teniendo en cuenta el contexto en el que se les presenta.

Además, el hecho de haber elegido como materia prima aceite usado, contribuirá a generar una conciencia social y medioambiental en ellos.

### 7) CSIEE

Los estudiantes, aunque trabajarán guiados por la profesora, deben desenvolverse de forma autónoma tanto para realizar el trabajo de indagación como en el propio laboratorio, lo que fomentará su iniciativa, responsabilidad propia y con el grupo y su motivación. Además, la realización de este tipo de trabajos implicará el desarrollo de su capacidad de organización y planificación, así como su participación e iniciativa en clase.

#### 8.2.3 Secuenciación y temporalización

Esta propuesta está diseñada para realizarse en 9 sesiones de 50 minutos cada una más un tiempo complementario para la realización de las tareas para casa (TPC).

Debido a las necesidades de tiempo que surjan asociadas al trabajo de laboratorio, es posible que sea necesario alterar la distribución de las asignaturas dentro del horario lectivo. Todo ello se hará pactando las correspondientes permutas con el resto del profesorado.

La *Tabla 7* muestra un resumen de la secuenciación de actividades por sesiones y duración:

Sesión	Actividad	Duración
1	<i>Actividad 1.</i> Planteamiento de la pregunta guía.	25 minutos
	<i>Actividad 2.</i> Formación de los grupos de trabajo.	10 minutos
	<i>Actividad 3.</i> Planificación de los grupos de trabajo.	15 minutos
2	<i>Actividad 3.</i> Planificación de los grupos de trabajo.	20 minutos
	<i>Actividad 4.</i> Investigación sobre elaboración de jabón.	30 minutos
3	<i>Actividad 4.</i> Investigación sobre elaboración de jabón.	30 minutos
	<i>Actividad 5.</i> Puesta en común.	20 minutos
4	<i>Actividad 6.</i> Investigación sobre aceite usado, operaciones básicas y ensayos a realizar.	50 minutos
5	<i>Actividad 7.</i> Elaboración del guión de prácticas.	50 minutos
6	<i>Actividad 8.</i> Entrega del guión de prácticas.	5 minutos
7	<i>Actividad 9.</i> Realización de la práctica en el laboratorio.	100 minutos
8		
TPC	<i>Actividad 10.</i> Elaboración de la memoria de prácticas.	Tiempo estimado = 2h
9	<i>Actividad 11.</i> Entrega de la memoria de prácticas y del cuaderno de laboratorio.	5 minutos
	<i>Actividad 12.</i> Evaluación de los estudiantes.	25 minutos
	<i>Actividad 13.</i> Evaluación de la propuesta.	10 minutos
	<i>Actividad 14.</i> Broche final del trabajo de indagación.	10 minutos

*Tabla 7.* Secuenciación de las actividades por sesiones y duración

Esta propuesta está planificada para llevarse a cabo a finales del segundo trimestre, o principios del tercero, de manera que, por una parte, el alumnado cuente con más conocimientos tanto teóricos como prácticos en el laboratorio y se pueda desenvolver con mayor facilidad y, por otra, debido a que tiene un carácter innovador y motivador para el alumnado, es preferible que sea llevada a cabo cuando la concentración en las clases de forma más tradicional empieza a ser menor y así se consiga motivar y captar la atención del alumnado.

#### **8.2.4 Desarrollo de las actividades**

El desarrollo del trabajo de indagación va a versar sobre la elaboración de un jabón por parte de los estudiantes en el laboratorio de Física y Química del centro, sin hacerles entrega del correspondiente guion de la práctica, de manera que sean ellos mismos los que investiguen sobre cómo llevar a cabo este procedimiento y redacten su propio guion de prácticas, como si de auténticos investigadores se trataran. Estas tareas de búsqueda de información, puestas en común, redacción del guion y de la memoria de las prácticas tendrán lugar en el aula y en la sala de informática del centro, así como en el propio domicilio de los estudiantes.

Para realizar con éxito esta labor es necesario guiar y supervisar al alumnado en todo momento. Por ello, se van a diseñar una serie de actividades que serán el hilo conductor de todo el proceso de indagación. (Nótese que, en este contexto, como actividad se entiende todas y cada una de las acciones que se van a realizar desde el inicio hasta el final del trabajo de indagación). A continuación se detallan estas actividades de manera cronológica:

##### **Actividad 1**

La actividad 1 va a consistir en el **planteamiento de la pregunta guía**. Con ella se va a introducir la tarea a los estudiantes y se va a explicar en qué consiste el trabajo de indagación que deben llevar a cabo. Para ello, se les hará entrega de la *Ficha 1*, que puede verse en el *Anexo I*.

Con esta actividad se pretende activar sus conocimientos previos sobre el tema mediante brainstorming, entre el alumnado y la profesora, e invitarles a pensar qué deben investigar y qué estrategias deben poner en marcha para resolver la cuestión.

La pregunta guía que se planteará al alumnado será la siguiente: “**¿Serías capaz de elaborar tu propio jabón para luchar contra el coronavirus?**”

Y para dar respuesta a esta cuestión el alumnado tendrá que presentar el siguiente material, que será objeto de su evaluación:

1. **Guion de prácticas**, redactado por ellos, para la elaboración del jabón. Presentarán uno por cada grupo. Este debe incluir los siguientes apartados:

- Título
- Objetivo
- Introducción
- Fundamento teórico
- Material y productos
- Procedimiento experimental
- Ensayos a realizar
- Datos de toxicidad de los reactivos utilizados
- Bibliografía

2. **Memoria del laboratorio**. Este informe se hará de manera individual, aunque los estudiantes trabajen por parejas en el laboratorio, y deberá incluir los siguientes apartados:

- Reacción llevada a cabo (incluyendo cantidades utilizadas en gramos y moles).
- Rendimiento de la reacción.
- Procedimiento experimental y observaciones.
- Ensayos realizados y observaciones.
- Respuesta a las siguientes cuestiones:
  - 1) Fórmula y nombra todos los compuestos de la práctica, según las normas IUPAC.
  - 2) Calcula la molaridad de la disolución de cloruro sódico preparada.
  - 3) Describe la siguiente operación básica: Filtración con embudo Büchner.
  - 4) En base a lo que has aprendido sobre el mecanismo de limpieza de un jabón, ¿por qué crees que es capaz de eliminar al virus SARS-CoV-2?
- Bibliografía



3. **Cuaderno de laboratorio**, también individual, que incluirá los siguientes apartados:
  - Título de la práctica con datos del alumno y fecha.
  - Breve introducción teórica.
  - Materiales y procedimiento experimental.
  - Observaciones realizadas, toma de datos y posibles modificaciones del procedimiento experimental propuesto.
  - Cálculos y resultados obtenidos.
  - Conclusiones e interpretación de resultados.
  - Dificultades encontradas.
  
4. **Jabón elaborado** en el laboratorio. Cada pareja deberá mostrar a la profesora el jabón que ha elaborado para que quede constancia de la consecución del mismo.
  
5. Y, por último, tendrán que realizar una **prueba escrita**, donde contestarán preguntas relacionadas con la práctica de laboratorio que han llevado a cabo, tanto desde el punto de vista del procedimiento experimental, como de tipo matemático-operacional o de aplicación de fórmulas (por ejemplo, indica cual es el reactivo limitante de esta reacción o calcula el rendimiento de la misma) así como cuestiones de argumentación y razonamiento (por ejemplo, ¿por qué se utiliza este reactivo y no otro? ¿qué pasaría si realizamos con el producto obtenido los siguientes ensayos?).

## **Actividad 2**

Esta actividad va a consistir en la **formación de los grupos de trabajo**. Suponiendo que tenemos una clase formada por 24 alumnos, se establecerán **6 grupos de 4 componentes** para la realización del trabajo de indagación. Cada uno de estos grupos se desdoblará a su vez en **parejas para trabajar en el laboratorio**.

Los grupos serán **constituidos por la profesora** de manera que se garantice la homogeneidad entre los grupos y la heterogeneidad dentro de los mismos, teniendo presente además la I.A. que se estará llevando a cabo.

También se tendrán en cuenta las relaciones existentes entre el alumnado, para garantizar un clima adecuado de trabajo y respeto entre iguales. Además, se prestará especial atención a la diversidad.

### **Actividad 3**

La actividad 3 va a consistir en la **propia planificación de los grupos de trabajo**. Se dejará un tiempo suficiente para que se organicen y presenten un plan de trabajo donde especifiquen las tareas previstas, así como el procedimiento y calendario para realizarlas. Este plan de trabajo será presentado a la profesora, quien dará el visto bueno antes de empezar a trabajar.

### **Actividad 4**

Esta actividad va a estar destinada a la **investigación**. Se trata de que sean los propios estudiantes los que realicen la **búsqueda de información** para poder elaborar el jabón. Se les pedirá que busquen información, en revistas o webs de base científica (sugeridas por la profesora), sobre los siguientes aspectos:

- Reacción química que tiene lugar en la elaboración de un jabón.
- Reactivos que intervienen.
- Explicación teórica del proceso.
- Procedimiento experimental para llevarlo a cabo en el laboratorio.
- Medidas de seguridad a tener en cuenta, así como fichas de seguridad de los reactivos.

Se les dará la suficiente autonomía como para que sean ellos los que busquen, contrasten y analicen la información que necesitan. La profesora estará únicamente para orientarles y actuar como guía, pero es importante que sean capaces de realizar estas tareas por sí mismos.

### **Actividad 5**

La actividad 5 va a consistir en la **puesta en común** de la información recabada por cada grupo. Se trata de una actividad de **análisis y síntesis**, una vez realizada la búsqueda de información por parte del alumnado. Es por ello que, ahora, es el momento de que todos los grupos pongan en común la información recopilada, compartan sus ideas, debatan, elaboren hipótesis, estructuren la información y busquen entre todos la mejor respuesta a la pregunta

inicial. En esta tarea participará la profesora también para, por una parte, tener conocimiento de sus avances, y por otra reconducirles hacia las mejores alternativas.

Se espera de ellos que hayan sido capaces de dar respuesta a todos los ítems que se han indicado en la actividad 4, es decir, que conozcan el proceso de elaboración del jabón, los reactivos que intervienen, la reacción química que se produce así como el procedimiento experimental a seguir en el laboratorio y todos los aspectos relativos a la seguridad, todo ello procedente de fuentes científicas, como se les indicó.

Llegados a este punto, se desea abrir una nueva línea de investigación en cuanto al aceite que van a utilizar en el laboratorio para realizar la práctica. Probablemente habrán encontrado que es necesario utilizar aceite vegetal y se les planteará la cuestión de que deben utilizar aceite usado para realizar el jabón por los beneficios medioambientales que puede presentar ya que, el aceite usado, es un residuo altamente contaminante de escaso valor y esta alternativa puede constituir una vía de reciclaje para el mismo.

Además, se les preguntará si existe alguna operación básica en el procedimiento experimental que han encontrado. Su respuesta debería ser afirmativa, pues es necesario realizar filtración con embudo Büchner, por lo que se les indicaría que deben de buscar información sobre esta operación y detallarla en la memoria de prácticas.

Por último, se les indicará que es necesario planificar ensayos para realizar en el laboratorio con el jabón que han elaborado, de manera que puedan garantizar la viabilidad de su uso como agente de limpieza y desinfección, tal y como se haría en una investigación científica real. Se espera que sean capaces de encontrar ensayos, y justificar su elección y resultados, para los siguientes aspectos:

- Determinación de la alcalinidad del jabón.
- Nivel de espuma que es capaz de formar.
- Capacidad de limpieza que presenta.
- Respuesta del jabón frente a aguas duras.

### **Actividad 6**

Esta actividad está destinada a la **búsqueda de información** de los tres interrogantes planteados anteriormente: la **utilización de aceite usado** en el proceso, las **operaciones básicas y los ensayos a realizar**.

Los estudiantes contarán con tiempo suficiente para recopilar esta información, así como completar y corregir la anterior tras la puesta en común.

### **Actividad 7**

La actividad 7 está pensada para la **elaboración del guion de prácticas**. Como se trata de una actividad grupal, se les dará tiempo en clase para que puedan trabajar, aunque es posible que lo tengan que terminar como tarea para casa (TPC), por ello se le dejará, en la medida de lo posible, un espacio de tiempo razonable para facilitarles la labor.

### **Actividad 8**

Esta actividad consiste únicamente en la **entrega de los guiones de prácticas** para su correspondiente revisión y evaluación por parte de la profesora. Como será necesario disponer de un tiempo para su corrección, esta sesión se usaría como permuta con el otro profesor o profesora con el que se haya acordado el cambio de sesión para el día de laboratorio. Además, entre esta actividad y la siguiente se dejará, en la medida de lo posible, algún día entre medias.

### **Actividad 9**

La actividad 9 va a consistir en la **realización de la práctica en el laboratorio**.

Previamente a la realización de la misma, se hará entrega a cada grupo de su correspondiente guion corregido (se habrá hecho una copia a cada uno para facilitar el trabajo en parejas) y se harán las aclaraciones necesarias.

Cada pareja deberá traer su propia muestra de aceite usado, de lo que habrán sido debidamente informados con anterioridad.

A continuación, comenzará el trabajo de experimentación por parejas. Como ya se ha indicado, se espera que el alumnado sea capaz de trabajar de forma autónoma y ordenada, pues cuentan con cierta experiencia en el laboratorio, y que vayan tomando nota de lo que hacen en su cuaderno de laboratorio.

### **Actividad 10**

Esta actividad va a consistir en la **realización del informe de prácticas** de acuerdo a los criterios que se les indicó en la primera sesión. Se hará como tarea para casa de manera individual y se dejará un tiempo suficiente para que el alumnado pueda prepararlo.

### **Actividad 11**

La actividad 11 estará destinada a la **entrega de los informes de prácticas y de los cuadernos de laboratorio** para su correspondiente revisión y evaluación.

### **Actividad 12**

Esta actividad va a consistir en la **evaluación**. Se llevará a cabo mediante un examen individual sobre el contenido del trabajo de indagación y su trabajo en el laboratorio.

### **Actividad 13**

La actividad 13 estará destinada a hacer una **evaluación de la propuesta**. Se pedirá a los estudiantes que completen un cuestionario con el que se pretende conocer, por una parte, su autoevaluación con respecto al trabajo realizado y la evaluación que otorgan al resto de componentes del grupo y, por otra, su grado de satisfacción con la actividad realizada, para poder encontrar líneas de mejora para futuros años.

### **Actividad 14**

Por último, esta actividad se usará como **broche final al trabajo de indagación**. Este consistirá en dar respuesta entre todos a la pregunta inicial que se les planteó y hacer una reflexión final con el alumnado sobre la misma.

### 8.2.5 Recursos y materiales

En cuanto a los recursos y materiales necesarios para llevar a cabo las sesiones propuestas, se necesitarán los que se especifican a continuación:

- Libro de texto y apuntes de la asignatura.
- Fichas para la realización de la actividad facilitadas por la profesora.
- Ordenadores, tablets o cualquier otro dispositivo con conexión a internet.
- Ordenador personal para trabajo en casa.
- Laboratorio de Física y Química.
- Reactivos químicos, fichas de seguridad y materiales para la elaboración de la práctica (se especifican en el guion de prácticas recogido como *Anexo II*).
- Elementos de seguridad para el alumnado como batas, gafas de laboratorio y guantes.

### 8.2.6 Atención a la diversidad

Como ya se indicó previamente, y debido a que el alumnado es heterogéneo y con diferentes capacidades, habilidades, intereses y actitudes, a la hora de la formación de los equipos se tendrá en cuenta la atención a la diversidad para hacerlos lo más homogéneos posible.

Es por ello que, en aras de garantizar la mejor respuesta educativa a las necesidades y diferencias, a aquellos estudiantes que presenten dificultades de aprendizaje, se les proporcionará material de refuerzo y una atención individualizada, siempre teniendo en cuenta las recomendaciones del departamento de orientación.

Por otra parte, con respecto a aquellos estudiantes que presenten altas capacidades, se fomentará aún más su curiosidad y cualidades mediante actividades complementarias de ampliación.

### 8.2.7 Transversalidad

Teniendo en cuenta los contenidos que se trabajan mediante esta indagación, sería posible enriquecer la labor formativa haciendo partícipe de este trabajo al profesorado de Biología, asignatura mediante la cual el alumnado podría investigar sobre la estructura y composición del virus SARS-CoV-2, viendo que está formado de una capa exterior lipídica, a lo que se denomina corona, que se encarga de proteger el material genético del virus. Este concepto encaja perfectamente con la práctica del jabón ya que con este se consigue solubilizar dicha capa lipídica y los estudiantes podrían ver la relación entre ambas asignaturas y pondría en valor la importante labor que desempeñan los científicos con estos hallazgos.

### 8.2.8 Evaluación de los estudiantes y de la propuesta

#### Evaluación de los estudiantes

La evaluación del alumnado se llevará a cabo de manera continua a lo largo del desarrollo de la propuesta y se tendrá en cuenta el trabajo diario, la participación y la actitud.

La valoración de la tarea se hará sobre diez puntos y la nota obtenida representará un 10 % de la nota del trimestre.

Para calcular la calificación obtenida en el trabajo de indagación se va a seguir un método de **heteroevaluación**, es decir, la nota se va a obtener como la **suma de la calificación de la profesora, del resto de integrantes del grupo y de la propia autoevaluación del alumno/a**.

Para ello, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos y porcentajes:

- **Examen de la práctica:** 20 % de la nota, es decir, 2 puntos sobre 10. Esta nota será individual y asignada únicamente por la profesora. Se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:
  - Nivel de corrección ofrecido en las respuestas.
  - Realización correcta de los cálculos necesarios.
  - Claridad argumentativa.
  - Así como la correcta presentación, redacción, uso del vocabulario y ortografía.

- **Guion de la práctica:** 20 % de la nota, es decir, 2 puntos sobre 10. Esta nota será la misma para todos los componentes del equipo y será asignada únicamente por la profesora. Se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:
  - Cumplimiento correcto de los apartados indicados.
  - Nivel de los contenidos incluidos.
  - Correcta identificación y nomenclatura de los compuestos.
  - Adecuada identificación de las reacciones químicas.
  - Realización correcta de los cálculos necesarios.
  - Así como la correcta presentación, redacción, uso del vocabulario y ortografía.

En el *Anexo II* se puede ver lo que se consideraría un guion de prácticas correcto.

- **Memoria de la práctica:** se tendrá en cuenta de forma individual y contarán un 20 % de la nota, es decir, se evaluará sobre 2 puntos. Será asignada únicamente por la profesora y se valorarán los siguientes aspectos:
  - Cumplimiento adecuado de los apartados indicados.
  - Nivel de los contenidos incluidos en las respuestas.
  - Correcta resolución de las preguntas formuladas.
  - Claridad argumentativa.
  - Adecuada identificación de las reacciones químicas.
  - Realización correcta de los cálculos necesarios.
  - Presentación, redacción, uso del vocabulario y ortografía.

En el *Anexo III* se puede ver lo que se consideraría una memoria de la práctica correcta.

- **Cuaderno de laboratorio:** se tendrá en cuenta de forma individual y contarán un 10% de la nota, es decir, se evaluará sobre 1 punto. Será asignada únicamente por la profesora y se valorarán los siguientes aspectos:



- Cumplimiento adecuado de los apartados indicados.
  - Claridad argumentativa.
  - Limpieza, orden y coherencia.
- **Participación, actitud y trabajo en clase y en el laboratorio:** 15 %, es decir, 1,5 puntos sobre el total. Será asignada por la profesora. Se tendrá en cuenta el comportamiento del estudiante en clase y en el laboratorio, su grado de participación diaria, así como su actitud hacia la propuesta, la profesora y el resto de compañeros/as.
  - **Evaluación grupal y autoevaluación:** finalmente, el último 15 % de la nota se destinará a la evaluación que hará cada uno de los integrantes del resto de componentes y a la propia autoevaluación, lo que irá orientado a saber su opinión sobre el comportamiento, la implicación, el compañerismo y el trabajo del resto de componentes así como de sí mismos. Esta nota se calculará como la media aritmética de las calificaciones otorgadas.

El resultado de sumar estas seis calificaciones dará la nota individual sobre 10 puntos que cada alumno/a obtendrá en el trabajo de indagación realizado. En la siguiente *Tabla 8* se muestra de manera simplificada los instrumentos de evaluación junto con el evaluador, el porcentaje y la valoración de la calificación asignada:

Instrumento de evaluación	Evaluador	Porcentaje	Calificación
<b>Prueba escrita</b>	Profesora	20 %	2 puntos
<b>Guion de la práctica</b>	Profesora	20 %	2 puntos
<b>Memoria de la práctica</b>	Profesora	20 %	2 puntos

Instrumento de evaluación	Evalgador	Porcentaje	Calificación
<b>Cuaderno de laboratorio</b>	Profesora	10 %	1 punto
<b>Participación, actitud y trabajo</b>	Profesora	15 %	1,5 puntos
<b>Evaluación grupal y autoevaluación</b>	Resto de compañeros del grupo y uno mismo	15 % (media aritmética de las calificaciones)	1,5 puntos
<b>TOTAL</b>		<b>100 %</b>	<b>10 puntos</b>

*Tabla 8. Instrumentos de evaluación, evaluador, porcentaje y valoración de la calificación asignada*

Finalmente, el 10 % de la calificación obtenida se sumará al resto de notas del trimestre.

Debido al carácter de evaluación continua que tiene la propuesta, en la convocatoria extraordinaria, esta nota no se tendrá en cuenta.

En cuanto a la **valoración de la propuesta dentro del bloque 1 “Actividad científica” y el bloque 4 “Síntesis orgánica y nuevos materiales”**, atendiendo al número de sesiones correspondientes al trabajo de laboratorio, dos sesiones (ver *Tabla 6*), el porcentaje de la calificación asignada al bloque 1 en la propuesta es de un 20 % aproximadamente.

Por otra parte, teniendo en cuenta que el resto de actividades están englobadas dentro del bloque 4, el porcentaje de la calificación asignada a este bloque dentro de la propuesta será un 80% aproximadamente.

### Evaluación de la propuesta

La evaluación de la propuesta se llevará a cabo mediante un cuestionario que se facilitará al alumnado en la última sesión. Este incluirá preguntas cerradas, en las que los estudiantes darán una puntuación a cada uno de los ítems sobre los que han sido preguntados. Estos irán encaminados hacía conocer el grado de satisfacción de los alumnos con este tipo de actividad, saber si les motiva, si lo encuentran útil y si querrían volver a realizar una actividad así.

Y por otra parte, se incluirán preguntas de tipo abierto en las que se pedirá al alumnado que exprese su opinión con respecto a la actividad y que indique aquellos aspectos que no le han gustado o que cambiaría, de cara a plantear posibles ejes de mejora para los próximos años.

### **8.2.9 Consideraciones especiales ante la pandemia**

Debido a la situación epidemiológica que se vive en la actualidad, parece conveniente hacer una mención especial a las consideraciones que serían necesarias tener en cuenta en el supuesto de la imposibilidad de asistir a clases presenciales.

Aunque las actividades han sido diseñadas para realizarse en el aula y el laboratorio del centro, es importante tener presente que, con ciertas variaciones, sería posible realizar el trabajo de indagación de manera online. Estas adecuaciones serían las siguientes:

- Los estudiantes trabajarían en grupos igualmente pero desde su casa, de manera virtual, a través de la plataforma del instituto.
- El guion de la práctica lo podrían redactar de manera conjunta a través de recursos online como Google, de manera que, la profesora, también podrían participar y controlar la colaboración de cada uno en la tarea y hacer las correcciones y aclaraciones oportunas.
- La memoria de la práctica y el cuaderno de laboratorio son trabajos individuales, por lo que permanecerían inalterables.
- La realización del examen sería de manera telemática.
- La elaboración del jabón, en vez de por parejas, se realizaría de manera individual en casa. Se trata de una práctica sencilla, cuyos reactivos se pueden conseguir con facilidad en el supermercado, que prácticamente no entraña riesgos, por lo que sería viable proceder de este modo.

## 9. CONCLUSIONES

La actividad propuesta en este Trabajo Fin de Máster, que consiste en implementar un modelo de investigación-acción aplicado a la realización de una práctica de laboratorio como es la síntesis de un jabón, en un contexto de crisis sanitaria, permite poner de relieve la importancia de la investigación científica en general, y de la química orgánica en particular, para garantizar el estado de bienestar social. En este sentido:

- ✓ La investigación llevada a cabo sobre la situación inicial relativa a las prácticas de laboratorio, permite constatar que los métodos tradicionales tipo “receta de cocina”, no brindan todo el potencial didáctico que pudieran ofrecer, ni contribuyen a que los estudiantes puedan comprender lo que es la actividad o investigación científica.
- ✓ Se ha buscado un método innovador y se ha diseñado un plan de acción basado en la realización de una práctica de laboratorio mediante un trabajo de indagación, explicando cómo se implantaría dicho plan, cómo se realizaría la etapa de observación y cómo se llevaría a cabo la reflexión-evaluación de los datos recogidos.
- ✓ El trabajo de indagación realizado por el alumno permite:
  - Hacer protagonista al alumnado de su propio aprendizaje, fomentando además su autonomía y motivación.
  - Llevar a cabo un aprendizaje significativo de los contenidos del currículo, asociando la teoría y la práctica en un contexto real, como es la actual situación de pandemia causada por el coronavirus.
  - Trabajar las siete competencias clave marcadas por la legislación vigente mediante el uso de metodologías diferentes, alcanzando de esta forma los objetivos previstos para esta etapa.
  - Concienciar a los estudiantes de la importancia de plantear alternativas frente a los residuos generados para garantizar la biodiversidad y supervivencia del medio ambiente.

En conclusión, la propuesta descrita, basada en un modelo de Investigación-Acción para poner en marcha un trabajo de indagación para realizar una práctica de laboratorio, contribuye a la mejora de la enseñanza en la educación, así como trabaja los contenidos curriculares

asociados a este curso a través de un aprendizaje significativo, generando autonomía, motivación, y conciencia cívica, social y científica en el estudiante.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- [1]McKernan, J. Investigación-acción y curriculum. 2ª Ed., Ediciones Morata S.L. (2001).
- [2]Vázquez-Bernal, B. y Jiménez-Pérez, R. (2013). Un modelo de innovación en el Prácticum de Secundaria: la inmersión dentro de un grupo de investigación-acción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(Núm. Extraordinario), 709-727.[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2013.v10.iextra.15](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.iextra.15)
- [3]de Souza Lira, R. (2011). La investigación-acción como herramienta de construcción del currículo social de la escuela. *Revista Educamazônia*, 6(1), 75-86.
- [4]Mendoza Valladares, J. L. y Roux, R. (2016). La investigación docente y el desarrollo profesional continuo: un estudio de caso en el noreste mexicano. *Revista ALEPH*, 16(70), 43-60.
- [5]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.
- [6]Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- [7]Competencias clave. Ministerio de Educación y Formación Profesional. Recuperado de <http://www.educacionyfp.gob.es/educacion/mc/lomce/curriculo/competencias-clave/competencias-clave.html>. (Última consulta, 21 de junio de 2020).
- [8]Bausela Herreras, E.(2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35(1), 1-9. <https://doi.org/10.35362/rie3512871>
- [9]Romera Iruela, M. J.(2014).La investigación-acción en didáctica de las ciencias: perspectiva desde las revistas españolas de educación. *Revista Enseñanza de las CIENCIAS*, 32(1), 221-239. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.529>
- [10]Flores, J., Caballero Sahelices, M. C. y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias : Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-112.

[11]Barberá, O. y Valdés P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión.*Revista Enseñanza de las CIENCIAS*, 14(3), 365-379.

[12]Séré, M.-G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?*Revista Enseñanza de las CIENCIAS*, 20(3), 357-368.

[13]Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M. R. y López-Gay Lucio-Villegas, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166.  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2015.v12.i1.10](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.10)

[14]Crujeiras-Pérez, B. (2017). Análisis de las estrategias de apoyo elaboradas por futuros docentes de educación secundaria para guiar al alumnado en la indagación.*Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 473-486.  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2017.v14.i2.13](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.13)

[15]Crujeiras-Pérez, B. y Cambeiro, F. (2018). Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas.*Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1201.  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i1.1201](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1201)

[16]FerrésGurt, C., Marbá Tallada, A. y Sanmartí Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2015.v12.i1.03](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.03)

[17]Domènech Casal, J. (2014). ¿Cómo lo medimos? Siete contextos de indagación para detectar y corregir concepciones erróneas sobre magnitudes y unidades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 398-409.  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2014.v11.i3.09](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i3.09)

[18]Martínez-Juste, S., Muñoz-Escolano, J.M. y Oller-Marcén, A.M.(2019).Una experiencia de investigación-acción para la enseñanza de la proporcionalidad compuesta.*Revista Enseñanza de las CIENCIAS*, 37(2), 85-106.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2603>

[19]Guion de prácticas. Preparación de un jabón: Saponificación. (2019). Universidad de Valladolid. Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Laboratorio de química. Química orgánica.

[20]Palacios Gómez, C., Ansoleaga San Antonio, D. y Ajo Lázaro, A. Diez años de investigación e innovación en enseñanzas de las ciencias. *Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia: C.I.D.E.*(1993) págs. 32-33



## 11. ANEXOS

### Anexo I: Ficha de introducción a la actividad

#### ¿Serías capaz de elaborar tu propio jabón para luchar contra el coronavirus?

De sobra es conocida por todos la grave situación de pandemia que estamos sufriendo a causa del virus SARS-CoV-2, más conocido como COVID-19 o simplemente coronavirus.

Y como bien sabréis, es de suma importancia realizar un lavado adecuado de manos para evitar la propagación de la enfermedad, y esto se consigue de una forma tan sencilla y eficaz como resulta utilizar jabón. ¡Si, has leído bien! No necesitas productos más sofisticados como el popular gel hidroalcohólico del que todo el mundo habla. Simplemente necesitas un jabón de manos, frotar durante 30-40 segundos y tus manos estarán perfectamente desinfectadas y no habrán sufrido la sequedad que estos geles ocasionan.



Sin embargo, aunque en los tiempos en los que vivimos pueda parecer impensable, podría darse la remota situación de que durante unos días no pudieras adquirir este producto en los supermercados (como ha ocurrido con nuestro querido y deseable papel higiénico). Y, ¿cómo no? ¡La recurrente *Ley de Murphy* está ahí para fastidiarnos! Resulta que vas a la despensa y ¡horror! ¡No queda jabón en casa! ¿Qué hacemos ahora? ¿Nos resignamos a vernos expuestos al contagio o intentamos aplicar los conocimientos que hemos adquirido sobre química orgánica en clase? ¡Bingo! ¡Has acertado! Tiramos de conocimientos y nos ponemos manos a la obra. ¡Tenemos que ser capaces de elaborar nuestro propio jabón y salvar a nuestra familia de un posible contagio! Pero, ¿cómo lo hacemos? ¡Calma! De momento vamos a activar conocimientos previos y después habrá tiempo para indagar. De momento, ten presente que esto es lo que se espera de ti:

- ✓ Que seas capaz de elaborar tu propio jabón en el laboratorio.
- ✓ Que redactes tu propio guion de prácticas para la obtención del mismo.
- ✓ Que completes adecuadamente tu cuaderno de laboratorio.
- ✓ Que realices una memoria de la práctica.
- ✓ Que adquieras los conocimientos suficientes para superar un examen de la práctica.

¡Ánimo! ¡Ya estamos más cerca de elaborar nuestro propio jabón!

## Anexo II: Modelo de guion de la práctica de preparación de un jabón

### PREPARACIÓN DE UN JABÓN: SAPONIFICACIÓN[19]

#### OBJETIVO

Obtener un jabón por reacción de un aceite vegetal usado con una base fuerte, como el hidróxido de sodio, y observar su comportamiento en diferentes medios acuosos.

#### INTRODUCCIÓN

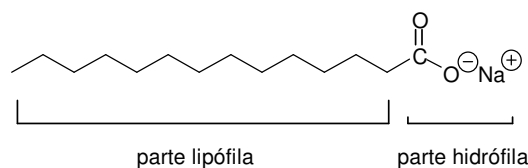
La fabricación de productos químicos por medio de procesos que utilizan grasas y aceites representa sólo una fracción pequeña de la producción total de compuestos químicos, no obstante estos procesos juegan un papel importante y, en algunos casos, indispensable. Aunque el campo principal de aplicación de las grasas y aceites se encuentra en la industria alimentaria, desde un punto de vista industrial la principal aplicación de grasas y aceites se centra en la fabricación de jabones.

Las grasas y aceites se obtienen a partir de fuentes animales y vegetales. Están constituidos por triglicéridos, que son triésteres de la glicerina (1,2,3-propanotriol) con tres ácidos carboxílicos denominados ácidos grasos. La mayoría de los triglicéridos son mixtos; es decir, 2 ó 3 de sus ácidos grasos son diferentes. En la Tabla se dan los ácidos grasos más importantes constituyentes de los triglicéridos.

Ácido graso: Nombre (n° de C) y Estructura	Especie en que se encuentra
Láurico (C12): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	coco y semillas de palma
Mirístico (C14): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	nuez moscada, coco y semillas de palma
Palmítico (C16): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	animales y casi todos los aceites vegetales
Estearico (C18): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	animales, cacao y casi todos los aceites vegetales
Araquídico (C20): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	cacahuete
Palmitoleico (C16): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	animales y vegetales
Oleico (C18): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	aceituna y almendra
Linoleico (C18): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	aceituna, girasol, soja
Linolénico (C18): $\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	lino
Araquidónico (C20): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	vegetales
Erúxico (C22): $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$	colza, uva

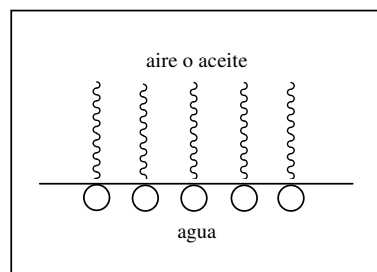
Salvo raras excepciones, los ácidos grasos naturales tienen un número par de átomos de carbono, ya que su biosíntesis se produce por unión de grupos acetilo. Los ácidos grasos insaturados naturales son generalmente isómeros cis.

El jabón es la sal de sodio o de potasio (éster metálico o carboxilato) que deriva de un ácido graso, aunque pueden utilizarse otros metales.



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

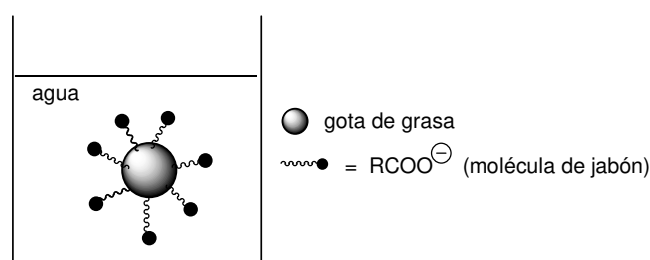
Así, debido a su doble carácter hidrófilo-lipófilo (anfifílico) las moléculas de jabón poseen la propiedad de solubilizar moléculas polares y no polares. Además, del hecho de su doble afinidad, las moléculas de jabón muestran una fuerte tendencia a migrar a las interfaces, de forma tal, que su grupo polar se encuentre dentro del agua y su grupo apolar se encuentre orientado hacia un medio apolar como el aire o la grasa, tal y como se observa en la figura. Debido a esta orientación las moléculas de jabón tienen la propiedad de disminuir la tensión superficial en una interfase aire-agua o grasa-agua; y por ello reciben el nombre de sustancias tensoativas.



Como consecuencia de esta disminución de la tensión superficial los jabones tienen las siguientes propiedades:

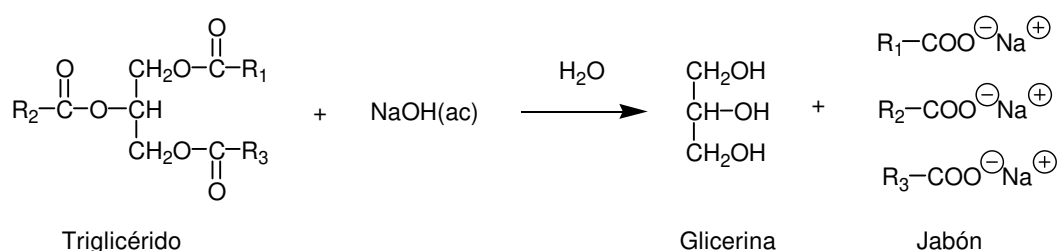
- **poder detergente** o capacidad para eliminar la suciedad y la grasa de una superficie (piel, tejido etc.).
- **poder emulgente** o capacidad para producir dispersiones coloidales de grasa en medio acuoso o de agua en medio de grasa.
- **poder espumógeno** que da lugar a la formación de espuma.
- **actividad mojante** que hace que el agua impregne una superficie de forma homogénea.

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

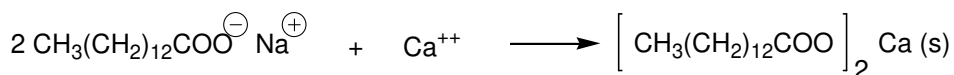


## FUNDAMENTO TEÓRICO

El jabón se obtiene por reacción de grasas animales o de aceites vegetales con una base fuerte como la sosa, NaOH, o la potasa, KOH, aunque pueden utilizarse otras bases. Este proceso, que da lugar a la hidrólisis de los grupos éster del triglicérido, recibe el nombre de saponificación. Como resultado se obtiene una molécula de glicerina (líquido) y tres moléculas de ácidos carboxílicos (los ácidos grasos). A su vez, estos ácidos grasos reaccionan con la sosa produciendo tres ésteres de sodio o jabones. La adición de una disolución de cloruro de sodio (sal común) favorece la precipitación del jabón. Para la fabricación de jabones se utilizan triglicéridos cuyos ácidos grasos tienen de 12 a 18 átomos de carbono.



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



Para evitar estos inconvenientes se suele añadir al jabón sustancias que ablanden el agua. El carbonato de potasio y el fosfato de sodio precipitan los iones magnesio, calcio, etc., en forma de carbonato y fosfato insolubles. Desgraciadamente, estos precipitados pueden alojarse en los tejidos dándole un color grisáceo. Por este motivo los jabones se utilizan para el aseo personal fundamentalmente, mientras que para el lavado de la ropa se usan los detergentes que no presentan este inconveniente. A pesar de todo, el jabón presenta dos ventajas importantes; se obtiene de materias primas naturales y es completamente biodegradable. Los microorganismos son capaces de metabolizar las moléculas lineales de jabón transformándolas en agua y dióxido de carbono.

## MATERIAL Y PRODUCTOS

- vasos de precipitados de 100 ml
- 1 vaso de precipitados de 250 ml
- 1 erlenmeyer
- 1 varilla de vidrio gruesa
- 1 cuentagotas
- 1 embudo Buchner
- 1 kitasato
- Tubos de ensayo y gradilla
- 1 placa calefactora
- Papel indicador de pH
- Hidróxido de sodio, NaOH
- Agua destilada
- Etanol
- Disolución acuosa de etanol al 50%

- Cloruro de sodio, NaCl(s)
- Aceite vegetal usado
- Cloruro de calcio, CaCl<sub>2</sub> (disolución acuosa al 5%)
- Carbonato de sodio, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(s)

## EXPERIMENTACIÓN

En un vaso de precipitados de 100 ml se disuelven 9 g de NaOH en 12-15 ml de una disolución de etanol-agua (al 50%).

En otro vaso de precipitados de 100 ml se colocan 5 g de aceite usado, previamente filtrado, y se adiciona la disolución que contiene la sosa. La mezcla se calienta suavemente, agitando constantemente con una varilla de vidrio, durante 15 minutos. La mezcla anterior se deja enfriar y se vierte, con agitación, en una disolución fría de 15 g de cloruro de sodio en 60 ml de agua (disolución que deberá prepararse en un vaso de precipitados de 250 ml y calentar si la sal no se disuelve). A continuación se enfría a temperatura ambiente y después se introduce en el congelador del laboratorio. El jabón precipita al enfriar, se filtra a vacío con cuidado de que el poso blanco del fondo, NaCl (de aspecto más pulverulento), no caiga sobre el büchner. Se lava con agua fría, se seca y se realizan las pruebas indicadas a continuación.





### Ensayos a realizar

Se adiciona agua destilada hasta la mitad de un tubo de ensayo, y se disuelven dos espátulas del jabón preparado. Aproximadamente un tercio de dicha disolución se vierte en otro tubo de ensayo y con él se realizan los siguientes ensayos.

1. Se determina la alcalinidad de la disolución de jabón con papel indicador. Si el pH es superior a 9, el jabón es demasiado básico para ser utilizado en cualquier proceso de limpieza.
2. Se agita el tubo con la disolución de jabón para formar espuma y se deja reposar durante 30 segundos. Se mide el nivel de espuma formado y se anotan las observaciones.
3. A continuación se adicionan 3 ml de una disolución al 5% de cloruro de calcio, se agita vigorosamente y se deja reposar. Se observa el efecto de adicionar esta sal de calcio y se anotan los resultados.
- 4.- Seguidamente se agrega una espátula de carbonato de sodio, se agita vigorosamente y se deja reposar. Se observa lo ocurrido y se anotan los resultados.
5. En otra prueba se colocan 10 gotas de aceite vegetal en dos tubos de ensayo. Al primero se le adicionan 3 ml de agua destilada y al segundo 3 ml de disolución de jabón. Se agitan vigorosamente los dos tubos, se dejan reposar y se anota lo observado.

## SEGURIDAD

- Extremar las precauciones en el manejo de materiales de vidrio.
- Precaución con las placas calefactoras para evitar quemaduras o cortocircuitos.
- Prestar atención a los riesgos asociados a los productos:

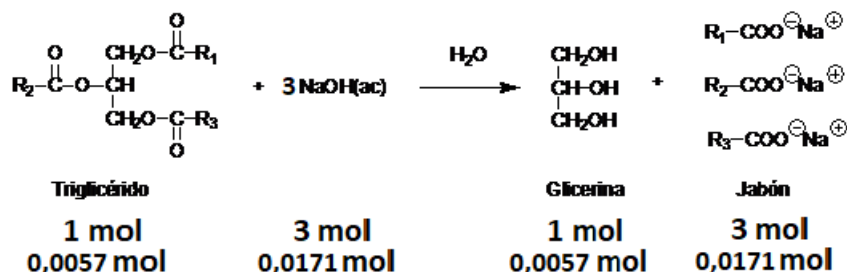
Compuesto	Mm(g/mol)	Riesgo químico		
NaOH	40.0	 Corrosivo		
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	46.1	 Inflamable	 Químico nocivo	 Peligroso para la salud
NaCl	58.4	-		

## BIBLIOGRAFÍA

Caballero, J. (2020). ¿Quién inventó el jabón? Los insólitos orígenes de un producto que salva vidas. *El País*. Recuperado de <https://smoda.elpais.com/belleza/quien-invento-el-jabon-los-insolitos-origenes-de-un-producto-que-salva-vidas/>. (Última consulta, 22 de junio de 2020).

**Anexo III: Modelo de memoria de la práctica de preparación de un jabón****MEMORIA DE LA PREPARACIÓN DE UN JABÓN: SAPONIFICACIÓN****1. Reacción llevada a cabo y rendimiento del proceso.**

La reacción de saponificación, es una reacción de hidrólisis de ésteres de ácidos grasos en medio básico, tal y como se muestra a continuación:



Como resultado se obtiene una molécula de glicerina (líquido) y tres moléculas de ácidos carboxílicos (los ácidos grasos). A su vez, estos ácidos grasos reaccionan con la sosa produciendo tres ésteres de sodio o jabones. (Para la fabricación de jabones se suelen utilizar triglicéridos cuyos ácidos grasos tienen de 12 a 18 átomos de carbono). A la vista de la estequiometría de la reacción, por cada mol de triglicérido se obtienen tres moles de jabón. Esta relación molar, es la que se tiene en cuenta para determinar el rendimiento del proceso de saponificación.

**Rendimiento de la reacción.**

moles aceite = 1/3 moles de jabón

mol = gr/M<sub>mol</sub>.

Rto jabón = moles obtenidos/moles teóricos

**2. Procedimiento experimental y observaciones.**

Se ha llevado a cabo el procedimiento experimental indicado en el guion de la práctica.

**3. Ensayos realizados y observaciones**

Para caracterizar el jabón obtenido y comprobar sus propiedades espumógenas se llevan a cabo los siguientes ensayos:

En primer lugar, se prepara una disolución acuosa con el jabón obtenido: se adiciona agua destilada hasta la mitad de un tubo de ensayo, y se disuelven dos espátulas del jabón preparado. Aproximadamente un tercio de dicha disolución se vierte en otro tubo de ensayo y con él se realizan los siguientes ensayos:

**3.1 Determinación de la alcalinidad del jabón**

Se determina la alcalinidad de esta disolución con papel indicador. Si el pH es superior a 9.

Resultado del alumno: el jabón es demasiado básico para ser utilizado en cualquier proceso de limpieza. El pH obtenido para el jabón preparado es aproximadamente 11, por lo que no podría ser usado en un proceso de limpieza.

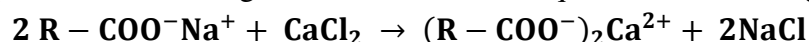
### 3.2 Poder espumógeno del jabón

Se agita el tubo con la disolución de jabón para formar espuma y se deja reposar durante 30 segundos. Se mide el nivel de espuma formado y se anotan las observaciones.

Resultado del alumno: Partiendo de un volumen inicial de aproximadamente 5 ml, tras agitar y esperar el tiempo indicado, se observa un 50 % del volumen de espuma, aproximadamente.

### 3.3 Efecto de la adición de cloruro de calcio sobre el poder espumógeno del jabón

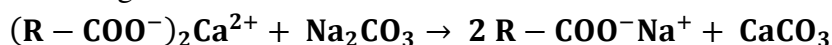
A continuación, se adicionan 3 ml de una disolución al 5 % de cloruro de calcio, se agita vigorosamente y se deja reposar. Se observa el efecto de adicionar esta sal de calcio y se anotan los resultados. Lo que se observa tras realizar este ensayo es la aparición de sólidos y desaparición de la espuma. Esto se debe a que el  $\text{Ca}^{2+}$  sustituye al  $\text{Na}^+$  en la sal alcalina del ácido graso y, como esta sal es insoluble, aparece el sólido. Esto es lo que ocurre con las aguas duras. La reacción que está teniendo lugar es:



Respuesta del alumno: la cantidad de espuma disminuye y se observa la aparición de un sólido, que corresponde al compuesto:  $(\text{R} - \text{COO}^-)_2 \text{Ca}^{2+}$

### 3.4 Efecto de la adición de carbonato sódico

Se agrega una espátula de carbonato de sodio, se agita vigorosamente y se deja reposar. Se observa como los sólidos desaparecen. Esto se debe a que se vuelven a formar las sales de sodio, que son solubles en agua, y aparece espuma de nuevo, es decir, tenemos jabón otra vez. También se observa un sólido blanco en la parte baja del tubo, pero en este caso es debido al exceso de carbonato de sodio. Este fenómeno se observa cuando a los jabones se les añade una cantidad de dicha sal de calcio para que, si el agua es muy dura, no se formen sales de calcio. Sin embargo, esto, a veces, deja un residuo blanco en la ropa, que sería debido al carbonato de sodio. La reacción que está teniendo lugar sería:



### 3.5 Estudio del poder de limpieza del jabón

En otra prueba se colocan 10 gotas de aceite vegetal en dos tubos de ensayo. Al primero se le adicionan 3 ml de agua destilada y al segundo 3 ml de disolución de jabón. Se agitan vigorosamente los dos tubos y se dejan reposar. Cuando solo se tiene agua, se observan gotitas de aceite que no se unen al agua y el tubo de ensayo queda sucio. Sin embargo, cuando se adiciona el jabón, no se ve aceite. Todo se ha mezclado y aparece espuma. Además el tubo de ensayo queda limpio. Esto demuestra la capacidad que tiene un jabón de unirse, por una parte, a las moléculas de aceite y, por otra, a las de agua, de manera que puede eliminar la suciedad.



#### 4. Respuesta a las siguientes cuestiones:

4.1 Formula y nombra todos los compuestos de la práctica, según las normas IUPAC.

Hidróxido de sodio, NaOH

Etanol, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH

Cloruro de sodio, NaCl

Cloruro de calcio, CaCl<sub>2</sub>

Carbonato de sodio, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

4.2 Calcula la molaridad de la disolución de cloruro de sodio que has preparado.

Solución: Molaridad = 4,28 M (M=(g NaCl/MmNaCl)/l disolución)

4.3 Describe la siguiente operación básica: Filtración con embudo Büchner.

La filtración con embudo Büchner es una técnica de separación de un sólido de un líquido, utilizada cuando el compuesto de interés es el sólido. El procedimiento es el siguiente (*Ver Figura*):

- 1.- Se acopla un papel de filtro circular adaptado al fondo del embudo Büchner, de tal modo que tape todos los agujeros, pero no toque las paredes.
- 2.- Se coloca el embudo Büchner con el cono de goma sobre el matraz Kitasato sujeto por el cuello con la pinza de dedos a la barra de trabajo.
- 3.- En la salida del Kitasato se acopla la goma conectada a la bomba de vacío o a la trompa de agua.
- 4.- Se activa la succión.
- 5.- Se vierte la mezcla de sólido y líquido sobre el embudo Büchner. Entonces, el líquido pasará al Kitasato, mientras que el sólido queda en el papel de filtro.
- 6.- Se lava el sólido. Para ello se sigue esta secuencia: se desactiva la succión, se echa el líquido de lavado en el embudo con el sólido, se remueve la mezcla sólido-líquido con la varilla de vidrio y, por último, se activa de nuevo la succión. Este proceso se repite tantas veces como se especifique en el procedimiento experimental.
- 7.- Después de los lavados, se deja el sólido secando.
- 8.- Se quita la succión.
- 9.- Se recupera el sólido seco y se pesa.



4.4 Con base en lo que has aprendido sobre el mecanismo de limpieza de un jabón, ¿por qué crees que es capaz de eliminar al virus?

Porque el virus SARS-CoV-2 está formado por una capa lipídica externa a la que se une la cadena hidrocarbonada, lipófila, del jabón, mientras que la parte polar, hidrófila, es capaz de unirse a las moléculas de agua, arrastrando el virus con ella.