



DISEÑO DE UN PROYECTO APRENDIZAJE-SERVICIO PARA EL ESTUDIO DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO: 2020/21**

**Autora: Uxía Pereiro Nogueira
Tutora: Yolanda Arroyo Gómez**

**Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas
Facultad de Educación y Trabajo Social – Facultad de Ciencias
Universidad de Valladolid**

A mi familia, sobre todo a mis padres y mi hermano, gracias por el apoyo que me han dado siempre y por confiar en mí más que yo misma. Soy quien soy gracias a vosotros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi tutora, la Dra. Yolanda Arroyo Gómez por su ayuda en la planificación, información y organización de este trabajo de Fin de Máster.

También agradecer a los profesores que me han formado, tanto en esta etapa como en las anteriores. Quiero destacar la labor de Doña María Paloma Pérez Fernández, su dedicación y mimo en la docencia, siendo alumna de secundaria, me han llevado a seguir sus pasos hasta este momento. No quiero olvidarme de profesores con los que he tratado en el prácticum durante la realización de este máster, gracias a Doña Esther Arnáiz Rodrigo y los demás profesores del departamento de Física y Química del Instituto de Educación Secundaria Galileo por su implicación y por enseñarme tanto en tan poco tiempo.

Finalmente quiero agradecer a todas las personas que me han apoyado a lo largo de esta etapa, familia y amigos, mil gracias.

RESUMEN

En este trabajo de Fin de Máster, se propone un proyecto para la enseñanza de la Física y Química a través de la metodología Aprendizaje-Servicio. Para ello se plantea la creación de un huerto ecológico que a partir de los productos utilizados en él permita tratar contenidos del currículo de Bachillerato. Primeramente se realiza una descripción teórica del proceso de creación de un proceso Aprendizaje-Servicio y, a continuación, una contextualización y el diseño de un plan de trabajo que permita llevar a cabo este proyecto.

Palabras clave: Aprendizaje-Servicio, Física y Química, huerto ecológico, fertilizantes, plaguicidas.

ABSTRACT

In this work of Master's Degree, a project is proposed for the teaching of Physics and Chemistry through the Learning-Service methodology. To this end, it is proposed to create an ecological garden that, based on the products used in it, allows the content of the High School curriculum to be processed. First there is a theoretical description of the process of creating a Learning-Service process, and then a contextualization and design of a work plan to carry out this project.

Keywords: Service-Learning, Physics and Chemistry, ecological garden, fertilizers, pesticides.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	1
2.1 JUSTIFICACIÓN	1
2.2 OBJETIVOS	2
3. CONTEXTUALIZACIÓN	3
4. METODOLOGÍA	5
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
5.1 PREPARACIÓN DEL PROYECTO	9
5.2 EJECUCIÓN DEL PROYECTO	9
5.2.1 Fertilización del suelo	10
5.2.2 Diseño del espacio y repartición de los cultivos	11
5.2.3 Siembra	11
5.2.4 Tratamientos contra plagas y enfermedades	12
5.2.5 Riego	13
5.2.6 Documentación del proyecto	13
5.3 RELACIÓN CON LOS CONTENIDOS DEL CURRÍCULO	14
5.3.1 Fertilizantes naturales	14
5.3.2 Plaguicidas naturales	15
5.3.3 Fertilizantes sintéticos	18
5.3.4 Plaguicidas sintéticos	18
5.4 ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA: PRÁCTICA DE LABORATORIO. OBTENCIÓN DE JABÓN POTÁSICO	20
5.4.1 Fundamento teórico	20
5.4.2 Propiedades de los jabones	21
5.4.3 Reactivos y productos	22
5.4.4 Peligrosidad de los reactivos y medidas de seguridad	23
5.4.5 Material	23
5.4.6 Procedimiento experimental	24
5.4.7 Ensayos a realizar	25
5.4.8 Cuestiones	25
5.4.9 Evaluación de la práctica	25
5.4.10 Temporalización	26

5.5 CIERRE DEL PROYECTO	27
5.6 EVALUACIÓN	27
<i>5.6.1 Evaluación de los alumnos</i>	27
<i>5.6.2 Evaluación del trabajo en red.....</i>	33
<i>5.6.3 Evaluación del proyecto</i>	34
<i>5.6.4 Planteamiento de nuevos retos</i>	36
6. CONCLUSIONES.....	36
7. BIBLIOGRAFÍA.....	38

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje-servicio es una propuesta educativa que fusiona el servicio a la comunidad con el aprendizaje de conocimientos, habilidades y valores. Esta propuesta parte de elementos muy conocidos como son el servicio voluntario a la comunidad y la transmisión de conocimientos, habilidades y valores que realizan la escuela y las instituciones educativas no formales, por tanto, la innovación en este tipo de propuestas está en combinar estos elementos ya conocidos para formar una única actividad educativa bien articulada y coherente¹. De esta forma, el aprendizaje aporta calidad al servicio que se presta y el servicio proporciona sentido al aprendizaje.

Es interesante plantear estos proyectos en centros educativos porque no solo implica a profesores y alumnos, sino también a familias y entidades sociales de forma que los alumnos comprendan que son capaces de realizar acciones que provoquen cambios en su entorno de cara a obtener una mejora para su comunidad y a su vez incrementen la percepción positiva y la consideración social de los jóvenes como ciudadanos. Además, este método proporciona un sentido a los contenidos que se estudian en el centro educativo pues aplican todos los conocimientos en una actividad práctica ayudando a que los adolescentes aprendan mejor².

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2.1 JUSTIFICACIÓN

La Unión Europea insiste en la necesidad de que la ciudadanía alcance unas competencias mínimas como requisito para conseguir el pleno desarrollo individual, social y profesional que permita vivir en sociedad. Los principios de las competencias básicas se basan en el informe de la UNESCO de 1996 donde se establecen los pilares de una educación permanente en el siglo XXI. Establece estos pilares en “aprender a conocer”, “aprender a hacer”, “aprender a ser” y “aprender a vivir juntos”³.

De esta forma, la Unión Europea recomienda a los Estados miembros desarrollar las competencias clave para todos en el contexto de sus estrategias de aprendizaje y utilizar las competencias clave como instrumento para garantizar que se vele por qué: la educación

inicial ponga a disposición de los jóvenes los medios para desarrollar las competencias y prepararlos para la vida adulta; se proporcione un apoyo especial a aquellos jóvenes que estén en una situación de desventaja y como adultos puedan desarrollar y actualizar las competencias a lo largo de sus vidas; se garantice la oferta de educación y formación para adultos.

En este sentido, en este proyecto se propone una herramienta como es el **aprendizaje-servicio** para que los alumnos alcancen las competencias básicas, que España introduce en la Ley Orgánica de 2006: competencia lingüística, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia digital, aprender a aprender, competencias sociales y cívicas, sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor y conciencia y expresiones culturales que faciliten su aprendizaje y permitan alcanzar el objetivo de un desarrollo individual, social y profesional que permita vivir en sociedad fomentando el aprendizaje a lo largo de la vida. Así mismo, se trabajarán los elementos transversales incluidos en el currículo, incidiendo en fomentar el espíritu emprendedor, el desarrollo de la igualdad, la no discriminación y la no violencia, el desarrollo sostenible y el cuidado del medio ambiente.

La herramienta propuesta facilita y optimiza el aprendizaje de los jóvenes en proceso de formación, favorece el cambio metodológico y de cultura de los docentes, desarrolla la dimensión educativa de las entidades sociales e incide en la mejora de la comunidad y fortalece su tejido social⁵.

2.2 OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es diseñar un proyecto de aprendizaje-servicio basado en la creación de un huerto ecológico en un Centro Educativo, que facilite el aprendizaje de los contenidos del bloque 5, correspondiente a la Química del Carbono, del currículo del primer curso de Bachillerato (Tabla 1).

Además, se persigue despertar en los alumnos la inquietud por el medio ambiente y la sostenibilidad de recursos al tratarse de una actividad limpia, cuyos productos son aprovechables.

También, se pretende realizar un proyecto basado en actividades que resulten interesantes para los alumnos y que a su vez sean participativas, de forma que los alumnos sean los protagonistas y ejecutores del proyecto.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

En el primer curso de Bachillerato, la asignatura de Física y Química se ha dividido en ocho bloques diferenciados, cinco de ellos dedicados a la química mediante el estudio de aspectos cuantitativos de química, reacciones químicas, transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones, y química del carbono. Los otros tres bloques se dedican a la física a través del estudio de la cinemática, la dinámica y la energía. En la siguiente tabla se muestran los contenidos del curso divididos en los cinco bloques dedicados al aprendizaje de la Química.

Tabla 1: Bloques y contenidos de química del currículo para el primer curso de Bachillerato.

Bloque 2: Aspectos cuantitativos de la química
Contenidos
<ul style="list-style-type: none">• Revisión de la teoría atómica de Dalton.• Leyes de los gases.• Ecuación de estado de los gases ideales.• Determinación de fórmulas empíricas y moleculares.• Disoluciones: formas de expresar la concentración, preparación y propiedades coligativas.• Métodos actuales para el análisis de sustancias: Espectroscopía y Espectrometría.
Bloque 3: Reacciones químicas
Contenidos
<ul style="list-style-type: none">• Estequiometría de las reacciones.• Reactivo limitante y rendimiento de una reacción.• Química e industria.

Bloque 4: Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas

Contenidos

- Sistemas termodinámicos.
- Primer principio de la termodinámica. Energía interna. Entalpía. Ecuaciones termoquímicas. Ley de Hess.
- Segundo principio de la termodinámica. Entropía. Factores que intervienen en la espontaneidad de una reacción química. Energía de Gibbs.
- Consecuencias sociales y medioambientales de las reacciones químicas de combustión.

Bloque 5: Química del Carbono

Contenidos

- Enlaces del átomo de carbono.
- Compuestos de carbono: Hidrocarburos, compuestos nitrogenados y oxigenados. Aplicaciones y propiedades.
- Formulación y nomenclatura IUPAC de los compuestos del carbono.
- Isomería estructural.
- El petróleo y los nuevos materiales

En este proyecto aprendizaje-servicio se abordarán los contenidos del bloque 5 “Química de Carbono”. La idea es que alumno adquiera los contenidos del bloque: tipos de enlaces de carbono, compuestos de carbono, grupos funcionales y su nomenclatura, así como la isomería estructural, de un modo práctico y aplicado, a través de las estructuras de insecticidas y plaguicidas, que se utilizarán en el huerto ecológico del Centro, propuesto como ejemplo de herramienta aprendizaje-servicio en este TFM. Se trata de que el alumno compare y establezca las diferencias entre los productos naturales (de origen animal y/o vegetal) y los sintéticos (preparados en un laboratorio, a partir de compuestos derivados del petróleo).

4. METODOLOGÍA

El desarrollo de un proyecto aprendizaje-servicio sigue tres bloques principales: Preparación, Realización y Evaluación. A su vez, estos bloques principales pueden dividirse en distintas etapas que permitan desarrollar la idea antes de plantearla a los alumnos, la ejecución de la idea llevada a cabo por el grupo de clase y finalmente analizar el proyecto y sus resultados².

Tabla 2: Definición de las distintas etapas para la realización de un proyecto aprendizaje-servicio.

Bloque	Etapa	
Preparación	1	Plantear la idea
	2	Establecer alianzas
	3	Planificar el proyecto
Realización	4	Preparar el proyecto con el grupo
	5	Ejecutar el proyecto
	6	Cerrar el proyecto
Evaluación	7	Evaluar el proyecto

A pesar de ser un proyecto que tiene como objetivo mejorar la competencia de iniciativa personal y autonomía de los alumnos, es importante que el docente tenga las cosas claras y planifique adecuadamente las acciones antes de presentar el proyecto al grupo. Una vez planteado el proyecto, el educador debe ir involucrando poco a poco a los adolescentes en el desarrollo de las distintas tareas.

Si definimos el proceso tarea por tarea, la primera de ellas corresponde al *planteamiento de la idea*, para esta tarea el docente deberá definir en qué materia se va a ubicar el proyecto y con quién podrían hacerlo. También se deben determinar las necesidades sociales del entorno que encajan con la motivación de los alumnos y de adecuan a las competencias abarcando distintos temas, por ejemplo relacionado con el medio ambiente una posible

necesidad social sería la puesta en valor del entorno natural y el aprovechamiento de terrenos abandonados. Otro tema a tratar sería la promoción de la salud a través de la fomentación de la alimentación sana y el consumo de productos ecológicos libres de insecticidas sintéticos. Por otro lado, el punto de fuerte de este tipo de propuestas es la participación ciudadana a través de la implicación activa del alumno apoyando la formación al incluir contenidos relacionados con el currículo que se pueden enmarcar en varias asignaturas tanto de la rama de las ciencias aplicadas como las ciencias sociales. Para finalizar la elaboración de la idea, la persona que elabora la propuesta debe plantearse si hay alguna institución que esté dando respuesta a las necesidades sociales planteadas y si éstas a su vez podrían ser un socio colaborador en el proyecto, de forma que se pueda establecer el servicio concreto que van a realizar los alumnos relacionado con los aprendizajes que aportaría el servicio.

La siguiente tarea corresponde al *establecimiento de alianzas* con el entorno donde se deberán identificar los socios que podrían colaborar en el proyecto. Estos colaboradores pueden ser entidades de la población como asociaciones de vecinos o de medio ambiente; otros centros educativos o instituciones públicas como centros sanitarios o el cuerpo de bomberos. Para que el proyecto tenga éxito, el centro debe trabajar en red con los socios con los que decida cooperar, trabajar juntos compartiendo el mismo proyecto aunque cada entidad asuma su parte.

Una vez que hemos decidido con quién vamos a trabajar, la siguiente etapa corresponde a la *planificación del proyecto*. En esta parte se deben definir con detalle el servicio que van a realizar los alumnos, precisar los aspectos metodológicos estableciendo prioridades y especificar la gestión y la organización del proyecto.

Una vez finalizado el primer bloque de tareas, correspondiente a la **preparación del proyecto** y que corresponde al profesor, se debería tener un documento sencillo y breve en el que se describa el proyecto y un dossier, más elaborado, que pueda funcionar como guía durante la experiencia.

A continuación será el momento de *preparar el proyecto* con el grupo, es importante que comprendan la acción que se va a llevar a cabo, el compromiso que adquieren y la responsabilidad de obtener buenos resultados. Será necesario motivar al grupo de forma

que se impliquen con el proyecto, investiguen el problema y extraigan conclusiones. En esta etapa también se organizará el trabajo y se definirán los grupos repartiendo responsabilidades.

La siguiente etapa será la *ejecución del proyecto* y en ella se definen cuatro fases principales: realizar el servicio, lo cual exige compromiso por parte de los alumnos para alcanzar los objetivos propuestos; relacionarse con las personas y entidades del entorno con las que se colabora en el proyecto; registrar, comunicar y difundir el proyecto a través de las redes sociales, la prensa o la página web del centro.

La última tarea del segundo grupo corresponde al *cierre del proyecto* con el grupo. Este será el momento de realizar un ejercicio de reflexión que permita analizar los progresos y la utilidad del proyecto. Además se podría realizar una celebración para poner el broche final al trabajo realizado.

La última etapa corresponde a la **evaluación del proyecto**. Esta evaluación debe ser multifocal, evaluando por un lado a los alumnos a través de una lista de comparación que permita determinar cómo han evolucionado los intereses, actitudes y valores de los alumnos. También se deberá reflexionar sobre los progresos académicos y las competencias que se han observado en el desarrollo del proyecto así como la dinámica de trabajo del grupo. Por otro lado, se debe evaluar el trabajo en red con los socios de proyecto para conocer la valoración que estas entidades hacen del servicio que hemos proporcionado y reflexionar sobre los aspectos que se pueden mejorar. Para esta parte de la evaluación sería recomendable realizar un cuestionario a los socios de proyecto para conocer su valoración sobre el servicio proporcionado y el trabajo en red realizado. También se debe evaluar el proyecto en sí mismo y plantearse nuevos retos. Finalmente se deberá realizar una autoevaluación como persona organizadora del proyecto, analizar las acciones que tuvieron éxitos, cuáles fallaron y como se puede mejorar de cara al futuro.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La creación de un huerto ecológico en un Centro educativo pretende cubrir la necesidad social de que los alumnos sean conscientes de la huella ecológica que dejan los productos que consumimos y la contaminación que se produce en el medio al tratar los cultivos con sustancias sintéticas para eliminar los insectos y plagas. Para ello se trabajará en el huerto en dos variantes diferenciadas, en una de ellas se utilizarán plaguicidas e insecticidas sintéticos y en otra se utilizarán productos naturales para tratar los cultivos, de forma que los alumnos puedan establecer diferencias. Además se pretende que los adolescentes conozcan las directrices de una alimentación saludable que los lleve a consumir productos naturales en lugar de ultra procesados y luchar así contra las enfermedades de la conducta alimenticia.

Las entidades con las que se trabajará en red será un vivero próximo al Centro que proporcionará las semillas de las distintas hortalizas que se cultivarán, así mismo ayudarán en la formación de los alumnos a través de una visita donde podrán conocer los métodos de cultivo, tratado de la tierra y algunos insecticidas y plaguicidas más comunes. Además se colaborará con asociaciones sin ánimo de lucro y asociaciones de vecinos en el cuidado del huerto, que además serán parte de los beneficiarios de los productos recolectados. Finalmente, se colaborará con el centro médico de la localidad, a través de un nutricionista, que dará a los alumnos una charla sobre hábitos de alimentos saludables.

Para abordar este proyecto será necesaria la intervención de distintas materias curriculares, de forma que se puedan atender las diferentes necesidades del huerto y tratar todos los contenidos implicados en el mismo. Por ello, el departamento de Física y Química será el organizador de la idea, pero trabajará con otros departamentos del centro, entre ellos los departamentos de Biología, Tecnología y Plástica. En este TFM, nos centraremos en lo que afecta a la asignatura de Física y Química del primer curso de Bachillerato, así se pretenden abordar desde esta iniciativa los contenidos del bloque 5 del currículo. Por lo que la planificación de actividades, que se muestra a continuación, va orientada a cubrir esta necesidad.

5.1 PREPARACIÓN DEL PROYECTO

La preparación del proyecto con el grupo consistirá en una serie de actividades que pretenden motivar e implicar a los alumnos. Las tareas a realizar se muestran a continuación:

- a) La primera tarea consistirá en conocer qué saben los alumnos acerca de la agricultura ecológica. Esta agricultura está orientada a la protección de los suelos y los cultivos a través de prácticas tales como el reciclado de nutrientes y de materia orgánica, las rotaciones y asociaciones de cultivos y el no uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos buscando lograr un equilibrio entre producción y conservación. Se realizará una lluvia de ideas en el aula y posteriormente los alumnos deberán buscar información en internet, preguntar a familiares o amigos que tengan sus propios huertos, etc. Se pretende que los adolescentes formen su propia idea de qué es un huerto ecológico, sus ventajas, y cómo podrían crearlo en el centro.
- b) A continuación se realizará una visita a un vivero para conocer las distintas necesidades del huerto, qué productos se van a cultivar, cómo se debe tratar la tierra, qué pesticidas e insecticidas son los más comunes y qué otros materiales podemos necesitar para crear el huerto.
- c) De vuelta en el centro se plantea otra tarea de indagación a partir de la información recogida en la visita al vivero, ¿los pesticidas y plaguicidas de los que hablaron en la visita son naturales o sintéticos? ¿Qué estructuras químicas tienen? ¿Reconocen algún grupo funcional en esas estructuras?
- d) Finalmente, se plantea un debate en el aula a partir de la siguiente pregunta: ¿Qué podemos hacer con los productos que recolectemos?

5.2 EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Para alcanzar el objetivo del proyecto, los alumnos deberán tener claro el trabajo que van a realizar y las distintas etapas que van a seguir. Se separará a los alumnos en grupos para fomentar el trabajo colaborativo, y cada grupo estará encargado de distintas tareas. Además se dividirá el huerto en dos zonas diferenciadas: en una de ellas se realizará horticultura

ecológica, es decir, se evitará utilizar productos sintéticos tanto para la fertilización de la tierra como para el control de plagas; en la otra zona se utilizarán productos sintéticos para el cuidado de la tierra con el fin de que los alumnos puedan extraer conclusiones del distinto trato realizado teniendo en cuenta que se cultivarán los mismos productos en las dos zonas. El huerto estará ubicado en una zona del patio, cedida por el centro en la que se acumula la maleza y que no tenía una utilidad determinada hasta el momento, para permitir que los alumnos trabajen en él en horario escolar. Las etapas para la ejecución se muestran a continuación⁶

5.2.1 Fertilización del suelo

Se debe realizar con productos que se disuelvan con máxima facilidad y produzcan su efecto en un tiempo muy corto.

En la zona de tratamiento ecológico se utilizarán fertilizantes naturales, como son:

- Cáscara de huevo: está compuesta por carbonato de calcio y pequeñas cantidades de carbonato de magnesio y fosfato de calcio, por lo que aportará nutrientes necesarios para la tierra. La cáscara de huevo se añadirá una vez cada seis meses, pues el calcio no es uno de los nutrientes más necesarios pero si es importante que las plantas no tengan una carencia de calcio para evitar enfermedades. Un exceso de carbonato de calcio podría cambiar el pH de la tierra.
- Café: el café es una excelente fuente de nitrógeno para el suelo, además de ser rico en antioxidantes.
- Té de plátano: aportará potasio al suelo, necesario para el cultivo de zanahorias, habas...
- Compost: es uno de los métodos más sencillos para enriquecer el suelo. Se puede crear compost propio en el centro a partir de restos de comida y hierba u hojas.

En cambio, en la zona de tratamiento con fertilizantes sintéticos se utilizarán: nitratos, amoníaco, urea, superfosfato simple (SFS: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4) + \text{P}_2\text{O}_5$) y cloruro potásico; o fertilizantes multinutrientes.

5.2.2 Diseño del espacio y repartición de los cultivos

Como ya se ha mencionado anteriormente, el huerto estará dividido en dos zonas en función del tratamiento que se haga del suelo y los cultivos, pero a su vez estas zonas se dividirán en parcelas para los distintos cultivos. Se cultivarán hortalizas (tomate, pimiento, zanahoria y calabacín) y plantas aromáticas.



Figura 1: Ejemplo de huerto escolar. (Fuente: elcampico.org)

5.2.3 Siembra

Las hortalizas que se van a cultivar en el huerto tienen épocas de siembra y recolección similares por lo que será más sencillo llevar un control de los progresos. En la siguiente tabla se muestran los periodos de siembra y recolección de cada producto.

Tabla 3: Periodos de siembra y recolección de las hortalizas a cultivar en el huerto⁶.

Producto	Época de siembra	Recolección
Tomate	Febrero – mayo	Aproximadamente 150 días después de la siembra
Pimiento	Febrero – abril	Aproximadamente 150 días después de la siembra
Zanahorias	Marzo – junio	Aproximadamente 120 días después de la siembra
Calabacín	Marzo – abril	Aproximadamente 90 días después de la siembra

Los primeros cultivos en sembrar serán los tomates y los pimientos, pues tienen un tiempo de cultivo superior a las otras hortalizas. Las zanahorias se sembrarán un mes después, aproximadamente, y el calabacín en el mes siguiente con el objetivo de que la recolección de todos los productos sea casi simultánea.

Las plantas aromáticas se sembrarán en los bordes de las parcelas para ahuyentar a insectos perjudiciales e incrementar la biodiversidad del huerto.

5.2.4 Tratamientos contra plagas y enfermedades

El equilibrio ecológico del huerto es fundamental para conseguir controlar y evitar plagas y enfermedades. Lo principal es identificar las principales plagas y enfermedades para darles solución si el equilibrio ecológico no funciona. En la siguiente tabla se muestran las plagas más importantes en cultivos hortícolas y los posibles tratamientos.

Tabla 4: Plagas más importantes en cultivos hortícolas, su tratamiento ecológico y como identificar su presencia en el huerto⁶.

Plaga	¿Cómo identificarlo?	Tratamiento ecológico
Pulgones	Mediante la observación de los cultivos.	Decocciones de ajeno, hojas de nogal y ajos para evitar su acercamiento a los cultivos. Jabón potásico o aceite parafínico.
Hormigas	Mediante la observación de los cultivos.	Zumo de limón, vinagre diluido en agua.
Polilla del tomate	Alteran el desarrollo de las plantas.	Aceites parafínicos.
Trips	Producen picaduras y pequeñas lesiones o deformaciones en los tejidos de los productos cultivados.	Aceites parafínicos o vegetales, piretrinas naturales, azadiractina o spinosad.
Araña roja	Decoloraciones, manchas amarillentas y telarañas.	Azufre, aceites parafínicos.

Las enfermedades más comunes en cultivos hortícolas son las provocadas por hongos, bacterias o virus. Las medidas preventivas para limitar su evolución y expansión son: evitar encharcamientos a través de un buen drenaje, nutrir la tierra, favorecer la aireación, regar con moderación. Como técnicas de control biológico se pueden utilizar hongos antagonistas, decocción de cola de caballo o yogurt, ya que el ácido láctico cambiará el pH y el hongo dejará de ser un problema.

Para el tratamiento sintético de los cultivos se utilizarán insecticidas (para la eliminación de insectos), acaricidas (para el control de arañas) y fungicidas (para el control de hongos).

5.2.5 Riego

El riego de los cultivo se realizará cada dos días, siempre que las temperaturas no sean muy elevadas, para evitar el encharcamiento de los cultivos y la proliferación de hongos. También se intentará aprovechar al máximo el agua de la lluvia para el riego. Los responsables del riego del huerto serán los alumnos. Cada semana uno de los grupos será el encargado de esta tarea que podrá realizar durante los recreos o en los minutos entre clase y clase próximos a Física y Química.

5.2.6 Documentación del proyecto

Para la documentación del proyecto cada grupo realizará un diario de trabajo en el que detallarán todas las tareas realizadas y los cambios que van observando en los cultivos, de forma que una vez finalizado el proyecto se puedan determinar diferencias entre los cultivos tratados con sustancias naturales y los tratados con sustancias sintéticas. Además se creará un blog, con acceso desde la página web del centro, donde a través de fotos y vídeos se mostrarán los avances realizados en el huerto y se hará eco del servicio que los alumnos están prestando a la sociedad. También a través de comentarios, los adolescentes pueden resolver dudas que puedan ir surgiendo a compañeros o familiares sobre el trabajo que están realizando.

5.3 RELACIÓN CON LOS CONTENIDOS DEL CURRÍCULO

Como se ha indicado anteriormente, con este proyecto se pretende abordar los contenidos del bloque 5 del currículo de primer curso de Bachillerato, correspondiente a la Química del Carbono. Para ello se utilizarán las estructuras químicas de los fertilizantes, plaguicidas e insecticidas mencionados anteriormente. Además se tratarán contenidos del bloque de Reacciones Químicas a través de los conceptos ácido-base y el pH.

A continuación se muestran las estructuras químicas de estos compuestos y la relación con los contenidos.

En primer lugar, trataremos las **sustancias naturales**.

5.3.1 Fertilizantes naturales

- Cáscara de huevo: está formada en su mayor parte por carbonato de calcio, aportando calcio al suelo.

En este apartado los alumnos podrán repasar formulación inorgánica a partir del carbonato de calcio, viendo por ejemplo de qué ácido proviene esa sal. Además un exceso de calcio podría modificar el pH del suelo, por tanto en este apartado también estarán repasando los conceptos de ácido-base, equilibrio de hidrólisis y pH.

- Café: el café aporta nitrógeno al suelo, que permite la acidificación del suelo pues genera un excedente de H^+ que reemplaza a las bases intercambiables⁷.

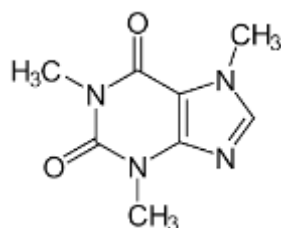


Figura 2: Estructura de la cafeína.

Si bien, la estructura química de la cafeína es compleja, la idea es que los alumnos reconozcan distintos tipos de átomos de carbono, carbonos primarios, secundarios y terciarios, enlaces de carbono con nitrógeno y dobles enlaces de carbono con oxígeno.

Esqueleto hidrocarbonado cíclico: heterociclos condensados. Además de distinguir e identificar distintos grupos funcionales.

- Té de plátano: el plátano contiene almidón, ácido málico y en menor proporción ácido cítrico y oxálico⁸.

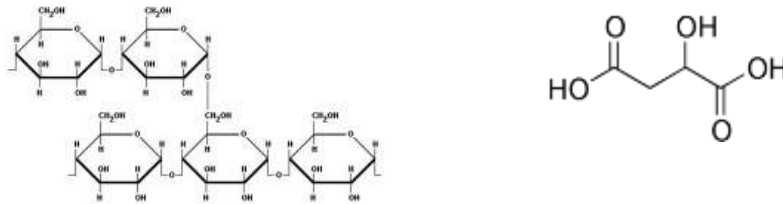


Figura 3: Estructura de almidón y ácido málico

En las estructuras del almidón y del ácido málico (Figura 3) se pueden observar distintos grupos funcionales como alcoholes, ácidos carboxílicos o éteres. Además los alumnos pueden reconocer estructuras cíclicas y lineales, así como determinar la fórmula molecular del ácido málico o identificar la estructura que se repite en el almidón.

5.3.2 Plaguicidas naturales

- Jabón potásico: compuesto por la sal potásica de ácidos grasos (generalmente procedentes de aceites de girasol). Este producto se puede elaborar de forma sencilla en el laboratorio, por tanto será propuesto como una buena práctica para realizar por los alumnos en la que además podrán reutilizar restos del aceite de girasol que hayan usado en sus hogares para cocinar.

La reacción de obtención de jabón, o saponificación, se produce mediante la metanolisis de los grupos éster del triglicérido (aceite vegetal), en medio básico (KOH) obteniendo glicerina y tres unidades de carboxilato de potasio.

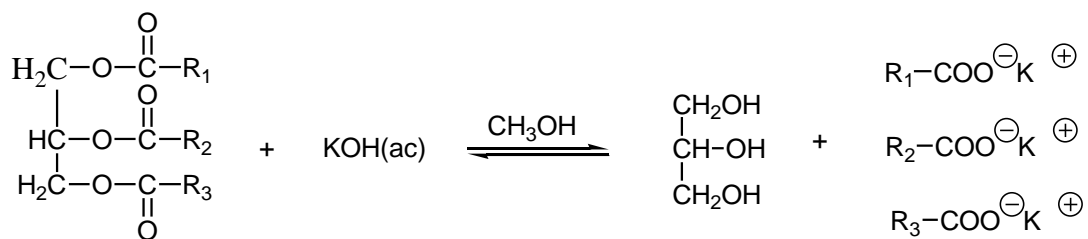


Figura 4: Reacción de saponificación de un triglicérido con hidróxido de potasio.

La realización experimental de esta reacción orgánica permite a los alumnos observar distintas estructuras orgánicas, con diferentes grupos funcionales y tipos de enlaces de carbono, a la vez que se familiarizan con el trabajo en un laboratorio de Física y Química. Así mismo, estudiarán la reactividad de los ésteres, en concreto la reacción de transesterificación: de importantes aplicaciones en la Industria. Por otra parte, al tratarse de un equilibrio, permite repasar ese concepto y las distintas formas de desplazar el equilibrio hacia los productos, siguiendo el principio de Le Châtelier.

- Aceites parafínicos: están compuestos por hidrocarburos saturados de elevado número de átomos de carbono. Un ejemplo de producto es el Belproil®, está acreditado para su utilización en cultivos ecológicos y es efectivo contra el pulgón, la mosca blanca y la araña roja.

A partir de este producto se pueden tratar en el aula los hidrocarburos saturados, sus propiedades y algunos compuestos más característicos, importantes por sus aplicaciones, como disolventes en la extracción del aceite de las plantas oleaginosas: hexano, pentano.

- Zumo de limón: cuyo principal componente es el ácido cítrico.

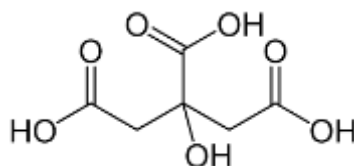


Figura 5: Estructura del ácido cítrico (ácido 3-carboxi-3-hidroxipentanodioico)

A partir de la estructura del ácido cítrico (figura 5) se puede tratar con los alumnos la formulación según la IUPAC al tratarse de un compuesto sencillo que, además, se suele utilizar para ejemplificar compuestos orgánicos que contienen los grupos funcionales alcohol (hidroxi) y ácido carboxílico (carboxi) como grupos sustituyentes.

- Vinagre: el vinagre contiene ácido acético. Un ácido orgánico de estructura sencilla que puede servir como introducción a los ácidos carboxílicos en el momento de tratar la formulación orgánica.

- Azadiractina: es un insecticida natural de amplio espectro presente en las semillas del árbol de Nim que actúa como regulador de crecimiento de los insectos, interfiriendo en el sistema hormonal⁹.

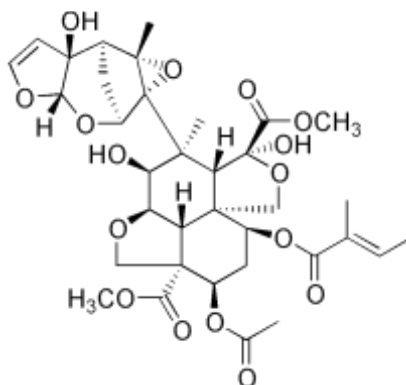


Figura 6: Estructura de la Azadiractina.

A partir de la estructura de Azadiractina (figura 6) se puede trabajar con los alumnos, por un lado, isomería geométrica a partir del doble enlace presente en la molécula, y por otro lado la isomería óptica a partir de los carbonos quirales que poseen los ciclos de este compuesto.

- Spinosad: es un compuesto natural producido por las actinobacterias del suelo, que actúa por contacto y por ingestión en distintos insectos.

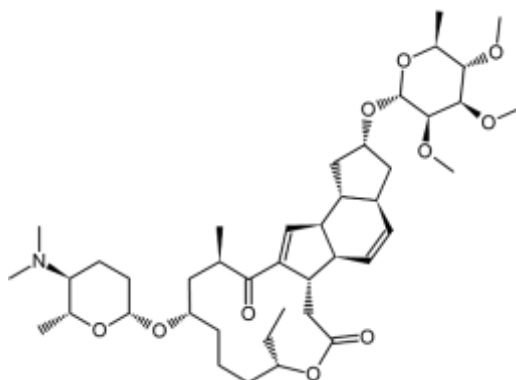


Figura 7: Estructura del Spinosad.

Las estructuras de los plaguicidas anteriores (Figuras 6 y 7) pueden parecer complicadas para los alumnos de primer curso de Bachillerato, no se trata de que las memoricen, sino de que sean capaces de identificar en ellas grupos funcionales, esqueletos hidrocarbonados policíclicos, distintos tipos de carbonos en función del grado de sustitución. Además de

reconocer la posibilidad de isomería óptica. Se trata de dos moléculas muy completas para practicar los contenidos del bloque 5, objeto de aprendizaje de este TFM.

En cuanto a **los productos sintéticos**

5.3.3 Fertilizantes sintéticos

Por una parte se encuentran los utilizados para el *tratamiento previo de la tierra*, que en su mayoría son compuestos inorgánicos como el amoníaco NH_3 , cloruro potásico (KCl), nitratos (NO_3^-) y fosfatos (PO_4^{3-}), van a permitir trabajar la formulación inorgánica en el aula.

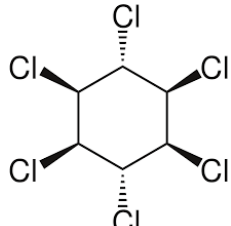

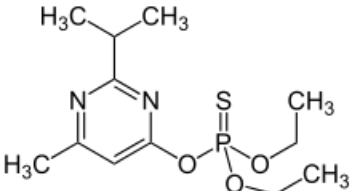

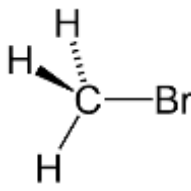

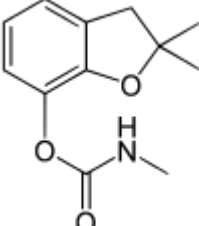

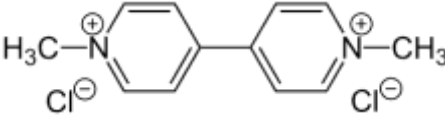

5.3.4 Plaguicidas sintéticos

Muchos de ellos se caracterizan por su toxicidad. En función de su estructura química y toxicidad se clasifican como sigue¹⁰:

- a. Plaguicidas órgano-clorados: su estructura química corresponde a los hidrocarburos clorados. Son sustancias que afectan al sistema nervioso de los insectos y son los compuestos que más persisten en el ambiente. Son liposolubles, con baja solubilidad en agua y elevada en disolventes orgánicos, baja presión de vapor y alta estabilidad química. Entre ellos destacan compuestos aromáticos clorados (Clorobenzilato), cicloalcanos clorados (Lindano) o terpenos clorados (Toxafeno).
- b. Plaguicidas órgano-fosforados: su estructura química corresponde a ésteres del ácido fosfórico. Son menos persistentes en el ambiente que el grupo anterior pero mucho más tóxicos para los humanos. Algunos ejemplos son: Paratión, Nema-cur, Dimetoato, Diazinón o Gusatión.
- c. Plaguicidas órgano-bromado: el principio activo corresponde al Bromuro de metilo. Es un compuesto fumigante muy tóxico.
- d. Carbamatos: son compuestos orgánicos que presentan un grupo funcional formado por un éster carbamato, muy tóxicos. Algunos ejemplos son: Furadan®, Sevin®, tiocarbamato o Temik®.
- e. Bupiridilos: son compuestos de amonio cuaternario, muy peligrosos y tóxicos. Dentro de este grupo se consideran el paraquat y el diquat.

A continuación, en la tabla 5 se muestran las estructuras químicas de algunos de los plaguicidas anteriormente citados.

Tabla 5: Estructura químicas de plaguicidas sintéticos y su toxicidad.

<p>Órgano-clorados Ejemplo: Lindano</p>		 <p>Inflamable, irritante y cancerígeno.</p>
<p>Órgano-fosforados Ejemplo: Diazinón</p>		 <p>Inflamable, cancerígeno y tóxico.</p>
<p>Órgano-bromados Ejemplo: Bromuro de metilo</p>		 <p>Cancerígeno y tóxico.</p>
<p>Carbamatos Ejemplo: Carbofurano (Furadan®)</p>		 <p>Cancerígeno, tóxico y peligroso para el medio ambiente.</p>
<p>Bipiridilos Ejemplo: Paraquat®</p>		 <p>Cancerígeno, tóxico y peligroso para el medio ambiente.</p>

Estos compuestos permiten tratar en el aula múltiples contenidos relacionados con el currículo. Además de revisar distintos grupos funcionales y su nomenclatura, facilitan el repaso de conceptos como la solubilidad, la presión de vapor y la estabilidad química. Además servirán para explicar a los alumnos los pictogramas de peligro de las sustancias

químicas. Y si consideramos su procedencia y toxicidad, su estudio fomentará la aparición de debates en el aula, donde se ahondará en las ventajas e inconvenientes del uso de unos plaguicidas respecto de los otros.

5.4 ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA: PRÁCTICA DE LABORATORIO. OBTENCIÓN DE JABÓN POTÁSICO

Las prácticas de laboratorio son una actividad fundamental para el aprendizaje de la Física y Química pues permiten conocer la aplicación práctica de los conceptos tratados en el aula. Además suponen una actividad distinta y atractiva para los alumnos que aumenta su motivación e interés por la asignatura. Es importante que los alumnos conozcan la metodología de trabajo en un laboratorio, su organización, los materiales y las sustancias, haciendo hincapié en el conocimiento y respeto de las normas de seguridad que rigen en él.

La realización de esta práctica permite ver un ejemplo de cambio químico en el que participan sustancias orgánicas e inorgánicas. También permite repasar contenidos de otros bloques de la asignatura de Física y Química mediante la preparación de disoluciones, enmarcada en el bloque 2 “Aspectos cuantitativos de química”, los equilibrios y las reacciones químicas, constituyentes del bloque 3 y el concepto de pH. Además repasarán conceptos tratados en cursos anteriores, como el material y las normas de trabajo y seguridad en el laboratorio, abordadas en el primer bloque de la asignatura Física y Química de los cursos de Educación Secundaria Obligatoria.

5.4.1 Fundamento teórico

El objetivo de esta práctica es la obtención de un jabón por reacción de un aceite vegetal con una base fuerte (KOH) en medio alcohólico (metanol). También se realizarán distintos ensayos para estudiar el poder espumógeno, tensoactivo y limpiador del jabón, también se determinará su pH, para si es o no apto para su uso.

La saponificación consiste en la formación de sales de sodio y potasio de ácidos carboxílicos de cadena larga a partir de la alcoholisis alcalina de grasas naturales. Los ácidos carboxílicos se caracterizan por contener como estructura general la que se muestra en la figura 8.

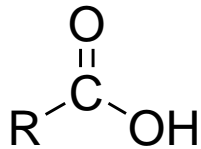


Figura 8: Estructura general de un ácido carboxílico.

Los aceites vegetales se encuentran en la naturaleza en forma de triglicéridos. Los triglicéridos son triésteres del glicerol con ácidos carboxílicos de cadena larga habitualmente lineal y de número par de carbonos, conocidos como ácidos grasos.

5.4.2 Propiedades de los jabones

La reacción de saponificación (Figura 4) transcurre a través de la metanolisis de los grupos éster de triglicérido en medio básico, del que obtenemos glicerina, y tres moléculas de ácido carboxílico, que en presencia de la base proporcionan los correspondientes carboxilatos de potasio, también llamados jabones potásicos.

Los jabones presentan en la molécula dos zonas de distinta polaridad, una hidrófila muy polar localizada en torno al grupo carboxílico y otra hidrófoba apolar que corresponde a la cadena de carbonos. Estas dos zonas permiten que el jabón solubilizar moléculas polares y apolares.

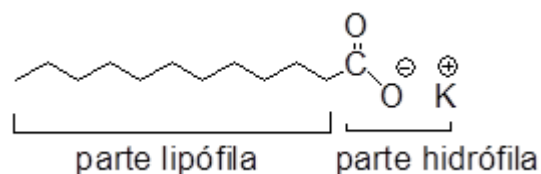


Figura 10: Distintas zonas de polaridad de un jabón.

Las moléculas de jabón poseen la propiedad de autoasociarse en solución acuosa formando micelas. Cada micela puede contener entre 100 a 200 unidades moleculares de jabón. Los iones carboxilato son atraídos por el agua y se ubican en el exterior de la micela, formando una capa esférica que la recubre, conocida como "cabeza polar". Sin embargo las cadenas alquílicas, se atraen mutuamente mediante fuerzas de London y evitan el contacto con el disolvente acuoso, de forma que ocupan el interior de la micela¹¹.

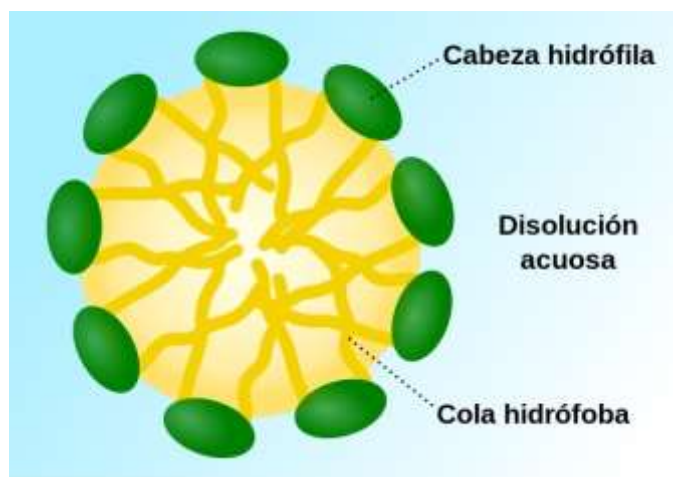


Figura 11: Estructura de una micela (Fuente: Lifeder.com)

Esta orientación le proporciona a los jabones la capacidad de disminuir la tensión superficial en una interfase aire-agua o grasa-agua, y por tanto les confiere una serie de propiedades: capacidad para eliminar la suciedad y la grasa, capacidad para producir dispersiones coloidales, capacidad de formar espuma y capacidad para que el agua impregne una superficie de forma homogénea.

Los jabones presentan dos grandes ventajas: se obtienen a partir de materias primas naturales (triglicéridos cuyos ácidos grasos tienen de 12 a 18 átomos de carbono) y son completamente biodegradables pues los microorganismos son capaces de metabolizar las moléculas de jabón transformándolas en agua y dióxido de carbono.

5.4.3 Reactivos y productos

- Aceite vegetal.
- Agua destilada.
- Hidróxido de potasio, KOH.
- Etanol, $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$.
- Cloruro de potasio, KCl.

5.4.4 Peligrosidad de los reactivos y medidas de seguridad

- El *hidróxido de potasio* es **muy corrosivo** y puede causar quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves, se deberá manipular con mucho cuidado y utilizando guantes, gafas y bata. En caso de contacto con la piel se debe eliminar toda la ropa contaminada y aplicar abundante agua sobre la piel. En caso de contacto con los ojos se debe aplicar abundante agua cuidadosamente y acudir a un centro médico. Además es **nocivo en caso de ingestión**, por lo que bajo ningún concepto se debe acercar a la boca.

- El *etanol*, tanto el líquido como sus vapores, es **muy inflamables** por lo que se debe manejar alejado de cualquier fuente de calor, llamas o chispas. Además provoca **irritación ocular grave**, se debe manipular utilizando gafas de seguridad. En caso de contacto con los ojos se debe enjuagar cuidadosamente con abundante agua.

- El *cloruro de potasio* es muy **tóxico para los organismos acuáticos**, se debe prestar especial atención a la eliminación de los residuos contaminados con esta sustancia y depositarla en los contenedores adecuados.

5.4.5 Material

- Probetas de 50 mL y 20 mL
- Vasos de precipitados de 100 y 250 mL
- Balanza
- Placa calefactora
- Varilla de vidrio
- Embudo büchner y kitasato
- Placa calefactora
- Tubos de ensayo y gradilla
- Cuentagotas

5.4.6 Procedimiento experimental

Para preparar jabón, inicialmente se debe preparar una disolución de etanol-agua al 50% (**Disolución 1**) que servirá de disolvente para el hidróxido de potasio. Para ello se miden en una probeta 50 mL de *etanol* que se añaden a un vaso de precipitados de 250 mL. A continuación se miden, también en una probeta, 50 mL de *agua* que se añaden sobre el etanol. Para esta práctica necesitaremos únicamente 15 mL de esta disolución, por tanto se preparará una única disolución para toda la clase con el objetivo de no malgastar reactivo.

Se pesan, en un vaso de precipitados de 100 mL, 9 gramos de *hidróxido de potasio* (anotar el peso exacto) que se disuelven en 15 mL de la **disolución 1** que preparamos al inicio, obteniendo la **disolución 2**.

Por otro lado, se pesan 5 g de *aceite* (anotar el peso exacto) en un vaso de precipitados de 100 mL y se adiciona la **disolución 2** que contiene el hidróxido de potasio. La mezcla se calienta suavemente durante 15 minutos con agitación constante (la agitación se realiza con una varilla de vidrio).

Mientras dejamos enfriar la mezcla anterior, se prepara una disolución de cloruro de sodio (**disolución 3**). Para ello se disuelven 15 g de *cloruro de sodio* en 60 mL de *agua* (en un vaso de precipitados de 250 mL). Si la sal no se disuelve, se puede calentar la mezcla suavemente para facilitar la disolución.

Una vez la mezcla del aceite y el hidróxido de potasio está fría, se vierte sobre la **disolución 3** agitando constantemente y se introduce la mezcla en el congelador durante 30 minutos y se filtra a vacío en un embudo büchner, se lava con agua fría y se deja secar. Una vez bien seco se pesa y se estima el rendimiento del proceso. En la próxima sesión de laboratorio, se realizarán los ensayos que se describen a continuación.

5.4.7 Ensayos a realizar

- a) Se disuelve una espátula del *jabón* preparado en *agua destilada*. A continuación se preparan tres tubos de ensayos, numerados del 1 al 3. En el primero (tubo 1) se introduce 1 mL de *agua destilada* con un cuentagotas (aproximadamente 20 gotas), al segundo (Tubo2) la misma cantidad de *agua del grifo*, y al tercero (tubo 3) 1 mL de *agua con cloruro de calcio* (CaCl_2). Añadimos a cada uno de ellos 1 mL de la disolución de jabón, agitamos vigorosamente durante 10-15 segundos, dejamos estabilizar la espuma formada en los Tubos 1, 2 y 3 y medimos la altura obtenida. Anotar los resultados obtenidos y resolver las cuestiones formuladas.
- b) Con ayuda de un papel indicador se mide el pH de la disolución de nuestro jabón. Si el valor obtenido es superior a 9, el jabón es muy básico para ser utilizado en limpieza.

5.4.8 Cuestiones

- I. Escribe la reacción química de la obtención del jabón.
- II. Explica las diferencias observadas en el primer ensayo (a) relacionándolo con la dureza del agua (concentración de sales de Ca^{+2}).

5.4.9 Evaluación de la práctica

Se valorará la correcta realización del cuaderno de laboratorio, incidiendo en la buena realización de los cálculos y en la explicación de los cambios observados relacionándolo con la materia estudiada en el aula. De esta forma, el cuaderno de laboratorio supondrá el 70% de la nota total de la práctica.

Los alumnos deberán elaborar un cuaderno de laboratorio que incluya los siguientes apartados:

- Título y objetivo de la práctica: en este apartado se deberá establecer la finalidad de la práctica, relacionándola con los conceptos tratados en el aula.
- Material y reactivos: en este apartado se deberá enumerar el material de laboratorio necesario para la realización de la práctica así como nombrar los reactivos y disolventes necesarios indicando su cantidad (en gr y en moles).
- Cálculos y reacción química: deberán aparecer los cálculos que sea necesario realizar para la ejecución de la práctica así como escribir la reacción ajustada.
- Procedimiento experimental: en esta parte se deberá describir detalladamente todos los pasos seguidos durante la realización del experimento así como los cambios observados.
- Resultados y conclusión: finalmente se deberá razonar y explicar qué ha ocurrido en la práctica y a qué se deben los cambios observados relacionándolo con los conceptos tratados en el aula.
- Cuestiones: en este apartado se resolverán las cuestiones indicadas en el guion del alumno y relacionadas con el experimento.

En el otro 30% de la nota se valorará el comportamiento de los alumnos, el interés puesto en el experimento, la actitud positiva, la correcta utilización, cuidado y limpieza del material y el trabajo en equipo, puesto que la práctica se realizará en grupos.

5.4.10 Temporalización

Para la realización de esta actividad serán necesarias dos sesiones de 50 minutos en el laboratorio. En la primera sesión se realizará la práctica casi en su totalidad, hasta el filtrado del jabón obtenido. Se dejará secar toda la noche. Al día siguiente, se pesará, se calculará el rendimiento de la reacción y se realizarán los ensayos indicados, así mismo, se resolverán las dudas acerca de las cuestiones que posteriormente tendrán que resolver los alumnos en su cuaderno de laboratorio.

5.5 CIERRE DEL PROYECTO

Una vez tratado el contenido mencionado y ejecutado el proyecto, se procederá al cierre del proyecto. Esta etapa se realizará mediante la recolección de los cultivos y su donación a asociaciones sin ánimo de lucro, de forma que puedan llegar a los sectores más desfavorecidos del entorno. También en esta etapa se contará con la visita de un nutricionista en el centro que dará una charla a los alumnos sobre hábitos de alimentación y vida saludables con el objetivo de mejorar las costumbres de los alumnos y evitar las enfermedades de la conducta alimenticia que actualmente son bastantes comunes en adolescentes. Finalmente, los alumnos, que han trabajado por grupos, realizarán una presentación de toda la documentación que han ido recopilando durante la ejecución del proyecto.

5.6 EVALUACIÓN

La evaluación de un proyecto de esta envergadura debe ser multifocal. Por un lado se deberá evaluar a los alumnos para determinar la evolución de sus intereses y actitudes; por otro se debe reflexionar sobre si los alumnos han alcanzado los objetivos y han progresado académicamente. Además se debe evaluar el trabajo en grupo, el sentido de la iniciativa y la implicación de los alumnos. Por otro lado, los alumnos elaborarán una documentación del trabajo realizado a través de un diario y la creación de un blog con material gráfico que también deberá ser evaluado.

5.6.1 Evaluación de los alumnos

Para la evaluación de los alumnos se utilizarán rúbricas y listas de comparación, con el objetivo de que la evaluación sea lo más objetiva posible.

La evaluación de las actitudes, sentido de iniciativa, implicación de los alumnos y trabajo en grupo se realizará mediante la lista de cuestiones que se muestra en la Tabla 6. Los indicadores se evaluarán en cuatro niveles, dependiendo del desempeño del alumno, y cada uno de ellos tendrá la misma puntuación. El nivel más bajo sumará un punto y el más alto cuatro puntos. La actitud e implicación de los alumnos es la parte más importante para que

el proyecto salga adelante y por tanto le corresponderá un mayor porcentaje en la nota final del proyecto (50%).

Tabla 6: Lista de cuestiones para la evaluación de las actitudes e implicación de los alumnos en el proyecto.

Indicadores	Siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
Muestra interés por el proyecto.				
Busca información en distintos medios sobre los contenidos del proyecto.				
Participa activamente en la visita, realizando preguntas sobre las necesidades de un huerto ecológico.				
Propone ideas para la realización del proyecto.				
Participa activamente en las tareas del proyecto.				
Comprende las tareas a realizar y la responsabilidad que implican.				
Respeta las normas de convivencia del centro.				
Disfruta y muestra entusiasmo en la realización del proyecto.				

La evaluación del trabajo escrito se realizará por grupos, pues cada uno de ellos debe entregar una única copia del diario, en la que hayan participado todos los integrantes del grupo y que muestre adecuadamente el trabajo realizado. El blog donde se incluya todo el material gráfico también lo realizarán por grupos. La evaluación de la documentación del proyecto se realizará mediante la rúbrica que se muestra en la Tabla 7, dividida en cinco categorías y para cada una de ellas se distinguen tres niveles. La presentación que realizarán los alumnos una vez terminado el proyecto también se incluye en esta rúbrica. Todas las categorías tienen la misma puntuación y cada nivel corresponde a un punto, siendo tres puntos la puntuación máxima para cada categoría. La puntuación obtenida según los niveles establecidos en la rúbrica que se muestra a continuación, supondrá un 25% de la nota final del proyecto. El 25% restante de la nota final corresponderá a la realización de la práctica de laboratorio para la obtención del jabón potásico, descrita anteriormente.

Tabla 7: Rúbrica para la evaluación de la documentación del proyecto.

Categoría	Excelente (3 puntos)	Satisfactorio (2 puntos)	Necesitan mejorar (1 punto)
Calidad de la información	Se incluye toda la información, con detalle incluyendo el momento en que se realiza cada tarea, de las acciones realizadas en el huerto y proponen ideas propias para mejorar.	Se incluye toda la información, con detalle incluyendo: el momento en que se realiza cada tarea; acciones realizadas en el huerto.	Incluye información de las tareas realizadas en el huerto pero no se especifica con detalle cuando se realizaron las acciones.
Organización	La información está muy bien organizada con párrafos bien redactados, destacando los puntos importantes.	La información está organizada con párrafos bien redactados.	La información proporcionada no parece estar organizada.

Redacción	No hay errores de gramática, ortografía o puntuación.	Unos pocos errores de gramática, ortografía o puntuación.	Muchos errores de gramática, ortografía o puntuación.
Material gráfico	Aporta material gráfico interesante, que plasma todas las actividades que se están realizando y el progreso en cada una de ellas.	Aporta material gráfico, que plasma algunas de las actividades que se están realizando.	Aporta poco material gráfico, lo que no permite realizar un seguimiento del trabajo realizado en el proyecto.
Tiempo de entrega	Cumple con los tiempos estipulados.	Entrega el trabajo uno o dos días tarde.	Entrega el trabajo tres días tarde o más.

También se debe reflexionar sobre si los alumnos han alcanzado los objetivos y han avanzado académicamente. Para ello se utilizarán los criterios y estándares de evaluación correspondientes al bloque 5 de la asignatura Física y Química establecidos en el currículo.

Tabla 8: Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje⁴ evaluables establecidos en el currículo para los contenidos del Bloque 5.

Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>1. Reconocer hidrocarburos saturados e insaturados y aromáticos relacionándolos con compuestos de interés biológico e industrial.</p> <p>2. Identificar compuestos orgánicos que contengan funciones oxigenadas y nitrogenadas.</p> <p>3. Representar los diferentes tipos de isomería.</p> <p>4. Explicar los fundamentos químicos relacionados con la industria del petróleo y del gas natural.</p> <p>5. Diferenciar las diferentes estructuras que presenta el carbono en el grafito, diamante, grafeno, fullereno y nanotubos relacionándolo con sus aplicaciones.</p> <p>6. Valorar el papel de la química del carbono en nuestras vidas y reconocer la necesidad de adoptar actitudes y medidas medioambientalmente sostenibles.</p>	<p>1.1. Formula y nombra según las normas de la IUPAC: hidrocarburos de cadena abierta y cerrada y derivados aromáticos.</p> <p>2.1. Formula y nombra según las normas de la IUPAC: compuestos orgánicos sencillos con una función oxigenada o nitrogenada.</p> <p>3.1. Representa los diferentes isómeros de un compuesto orgánico.</p> <p>4.1. Describe el proceso de obtención del gas natural y de los diferentes derivados del petróleo a nivel industrial y su repercusión medioambiental.</p> <p>4.2. Explica la utilidad de las diferentes fracciones del petróleo.</p> <p>5.1. Identifica las formas alotrópicas del carbono relacionándolas con las propiedades físico-químicas y sus posibles aplicaciones.</p> <p>6.1. A partir de una fuente de información, elabora un informe en el que se analice y justifique a la importancia de la química del carbono y su incidencia en la calidad de vida</p> <p>6.2. Relaciona las reacciones de condensación y combustión con procesos que ocurren a nivel biológico.</p>

A partir de la siguiente tabla (tabla 9) se podrá establecer el nivel de desempeño alcanzado por los alumnos en relación con los criterios y estándares de evaluación que se muestran en la tabla anterior. La puntuación que se muestra en la tabla es orientativa para el profesor y le permitirá evaluar en qué medida los alumnos han alcanzado los objetivos de este bloque en función de los criterios y estándares de evaluación establecidos en el currículo.

Tabla 9: Niveles de desempeño para los criterios y estándares de evaluación de los contenidos del bloque "Química del Carbono".

Actividad	Evaluación: 0%	Evaluación: 25%	Evaluación: 50%	Evaluación: 75%	Evaluación: 100%
Identificar la estructura de plaguicidas naturales. Reconocer los distintos hidrocarburos y grupos funcionales.	No reconoce los hidrocarburos ni grupos funcionales.	Reconoce hidrocarburos saturados, insaturados y aromáticos pero no identifica los distintos grupos funcionales.	Reconoce hidrocarburos saturados, insaturados, aromáticos y los distintos grupos funcionales.	Reconoce hidrocarburos saturados, insaturados, aromáticos y los distintos grupos funcionales. Además formula y nombra según las normas de la IUPAC compuestos sencillos.	Reconoce hidrocarburos saturados, insaturados, aromáticos y reconoce los distintos grupos funcionales. Además formula y nombra según las normas de la IUPAC.
Identificar isomería en estructuras de plaguicidas naturales.	No reconoce los diferentes tipos de isomería.	Reconoce algunos tipos de isomería.	Reconoce los diferentes tipos de isomería y representa algún isómero de un compuesto.	Reconoce los diferentes tipos de isomería y representa los diferentes isómeros de un compuesto.	Reconoce los diferentes tipos de isomería y los identifica en estructuras orgánicas complejas de insecticidas naturales. Además representa los diferentes isómeros de un compuesto.
Comparar los plaguicidas naturales y sintéticos. Ventajas e inconvenientes de su uso.	No distingue entre plaguicidas naturales y sintéticos.	Distingue entre plaguicidas naturales y sintéticos.	Distingue entre plaguicidas naturales y sintéticos. Identifica las ventajas e inconvenientes de su uso.	Distingue entre plaguicidas naturales y sintéticos. Identifica y discute sobre las ventajas e inconvenientes de su uso,	Distingue entre plaguicidas naturales y sintéticos. Identifica y discute sobre las ventajas e inconvenientes de su uso, valorando la importancia de la

				valorando la importancia de la química del carbono y su incidencia en la calidad de vida.	química del carbono y su incidencia en la calidad de vida. Finalmente reconoce la necesidad de adoptar actitudes y medidas medioambientales sostenibles.
--	--	--	--	---	--

En la siguiente tabla (tabla 10) se muestra un resumen de las actividades evaluables del proyecto.

Tabla 10: Resumen de las actividades evaluables y la contribución de cada una de ellas a la nota final.

Actividad	Contribución a la nota final
Actitudes e implicación del alumno en las tareas del proyecto.	5 puntos
Documentación del proyecto; diario, blog y presentación del material.	2.5 puntos
Actividad complementaria: práctica de laboratorio.	2.5 puntos

5.6.2 Evaluación del trabajo en red

Por otro lado, se debe evaluar el trabajo en red para conocer la opinión de estas entidades acerca del trabajo en red, qué ha salido bien y en qué debemos mejorar. En este caso se utilizará un cuestionario en el que los socios deberán evaluar con una puntuación máxima de cinco puntos y mínima de un punto los distintos aspectos relacionados con el trabajo en red.

Tabla 11: Cuestionario para la evaluación del trabajo en red.

Indicador	Nivel de satisfacción				
	1	2	3	4	5
Comunicación entre los distintos miembros del equipo					
Información sobre los avances del proyecto					
Profesionalidad de los miembros del equipo					
Grado de responsabilidad de los miembros del equipo en las distintas tareas					
Honestidad de los miembros del equipo					
Eficiencia en la organización de las reuniones de equipo					
Rapidez de adaptación del equipo a las prioridades cambiantes.					
Tamaño del equipo					
Utilidad del trabajo en red realizado					
Probabilidades de mantener su colaboración en el futuro					
Probabilidades de recomendar nuestro proyecto a otras personas					
¿Qué valoración general hace del trabajo en red realizado?					
Comentarios de mejora:					

5.6.3 Evaluación del proyecto

Finalmente se debe evaluar el proyecto Aprendizaje-Servicio como experiencia pedagógica, que puede ser de valor para otros docentes así como plantearse nuevos retos. Esta propuesta no se ha probado en un centro educativo, por tanto su evaluación como

estrategia de aprendizaje se realizará a través de investigaciones y otros proyectos que ya han obtenido resultados, descritos en la bibliografía.^{12, 13, 14}

El Aprendizaje-Servicio es una buena estrategia metodológica que favorece el desarrollo curricular, personal y social. La importancia de estos proyectos reside principalmente en que todos sus protagonistas pueden obtener beneficios de su puesta en funcionamiento. Inicialmente cabe destacar las mejoras académicas, sociales y emocionales, el desarrollo de destrezas intelectuales y personales así como el incremento de la responsabilidad cívica y la participación activa en la comunidad. Los profesores por su parte valoran haber conseguido hacer la escuela y la educación más relevante para los alumnos. Además valoran la participación con otros docentes y entidades colaboradoras lo que les motiva como profesionales. Los equipos directivos también la consideran una buena estrategia pues mejora el clima de convivencia y trabajo en los centros. Finalmente, las entidades sociales colaboradoras en el proyecto también pueden lograr beneficios dando a conocer su cometido en la comunidad, logrando visibilidad y conciencia sobre su trabajo¹².

La investigación¹³ llevada a cabo por estudiantes de Grado de Pedagogía de la Universidad de Sevilla (España), en los resultados destaca la opinión de alumnos y profesores acerca de esta metodología de aprendizaje. Desde el punto de vista curricular, los alumnos consideran que esta metodología les permite un mayor conocimiento y dominio de los contenidos de la asignatura. En cuanto al desarrollo personal destacan que ha despertado su capacidad de asumir responsabilidades serias, ha aumentado su autoestima y sus habilidades de trabajo en equipo, y fomenta sus ganas de superación personal ante cualquier dificultad. También aumenta la motivación, mejora la comunicación y despierta la capacidad creativa de los alumnos. Finalmente, referente al desarrollo social concluyen que ha mejorado su actitud hacia la apreciación de la diversidad y los valores fundamentales al haberse puesto en contacto con el entorno.

Por su parte los profesores consideran que esta metodología es altamente positiva, puesto que han observado un cambio de actitud en los estudiantes y una mejora de las calificaciones. Además valoran la importancia que Aprendizaje-Servicio aporta al desarrollo social de los estudiantes favoreciendo una mayor intervención en la comunidad y la consideración de las diferencias entre personas.

Otra investigación centrada en un programa Aprendizaje-Servicio en la didáctica de la Educación Física¹⁴ concluye que la experiencia Aprendizaje-Servicio ofreció al alumnado el reto de trabajar de forma cooperativa ante una experiencia real, adquiriendo una mayor conciencia del compromiso grupal la importancia de realizar un esfuerzo conjunto para obtener éxito. Además los alumnos comprendieron la necesidad de organizarse y distribuir el trabajo, repartiendo roles y tareas dentro del grupo de trabajo. En cuanto a la comunicación, destacan que el proyecto les impulsó a comunicarse y entenderse, estableciendo relaciones empáticas y mejorando el respeto para aceptar las opiniones de los demás.

5.6.4 Planteamiento de nuevos retos

Poniendo la vista en el futuro, se plantean como retos la implantación de nuevos cultivos de forma que se incluyan frutas de fácil cultivo como las fresas, las moras o las frambuesas así como de alguna hortaliza más. Por otro lado se plantea la incorporación al huerto de un riego por goteo, que facilite esta tarea y requiera menos tiempo a los alumnos. Este sistema de riego se puede realizar de forma sencilla utilizando una manguera con agujeros que recorra los cultivos, de forma que se evite la inundación de la tierra y además de fomente el ahorro de agua. Finalmente se plantea la creación de composteras tanto en el centro, como otros lugares céntricos del barrio y así crear nuestro propio compost para abonar la tierra.

6. CONCLUSIONES

Mediante la propuesta Aprendizaje-Servicio formulada en este TFM, consistente en la creación de un huerto en un Centro educativo, se ha conseguido:

Que los alumnos trabajen los contenidos de Química Orgánica correspondientes al primer curso de Bachillerato de una forma dinámica y aplicada a la vida cotidiana.

En concreto, la búsqueda de las estructuras químicas de los plaguicidas permite ver la aplicación de conceptos que para los alumnos son bastantes abstractos como son: tipos de carbonos, esqueleto hidrocarbonado, grupos funcionales y estereoisomería.

La comparación de la diferencia de toxicidad entre los plaguicidas artificiales y los naturales permite al alumno debatir sobre la conveniencia del uso de unos u otros, desarrollando su capacidad argumentativa, y espíritu crítico, con el fin entre otros de reconocer la necesidad de modificar hábitos a favor del medioambiente.

Además la implicación de los alumnos en todas las etapas del proceso ha permitido trabajar para alcanzar las competencias clave incluidas en el currículo que inicialmente pueden estar menos relacionadas con la materia de Física y Química como son, el sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor, competencias sociales y cívicas (o conciencia) y expresiones culturales; y tratar a su vez elementos transversales, como el desarrollo de la igualdad, la prevención de la violencia en todas sus formas posibles, el desarrollo sostenible y el cuidado del medio ambiente.

Todo ello pone de manifiesto que la metodología Aprendizaje-Servicio:

- Se adecúa a las necesidades curriculares actuales, pues permite el aprendizaje basado en competencias, el trabajo de los elementos transversales y el desarrollo curricular, personal y social.

- Coloca al alumno como principal protagonista en estas experiencias, motivando a los adolescentes, permitiendo desarrollar su sentido de la responsabilidad, la iniciativa; aumentando su autoestima y habilidades sociales a través del trabajo en grupo.

- Permite un tratamiento práctico de los contenidos curriculares que facilita el aprendizaje de los alumnos, obteniendo un mejor dominio de la materia y, en consecuencia, mejores resultados académicos.

- Favorece una mayor concienciación de las necesidades del barrio y aumenta su intervención con fines solidarios a través de la interacción de los alumnos con el entorno.

- A su vez, la implementación de esta metodología a través del huerto, permite generar una experiencia propia, reconociendo las relaciones entre humano y naturaleza y favoreciendo la educación agroambiental, educación nutricional, la soberanía y la seguridad agroalimentaria.

Por tanto, la metodología Aprendizaje-Servicio permite un beneficio para todas las partes implicadas: profesores, centros, instituciones y por supuesto alumnos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Puig Rovira, J. M.; Gijón Casares, M.; Martín García, X. y Rubio Serrano, L. (2011). Aprendizaje-Servicio y Educación para la Ciudadanía. *Revista de Educación*. 45-67.
2. Batlle, R. Proyecto Social, Guía práctica de aprendizaje-servicio. Proyecto social ESO. Curso 2018/19. *Santillana Educación, S.L.*
3. Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
4. Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
5. Palos, J. (2010). ¿Por qué hacer actividades de aprendizaje servicio? *Aprendizaje servicio (ApS). Educación y compromiso cívico*. 151-161.
6. Dorado Quintana, I. (2015) Diseño de huerto urbano en Alfafar (Trabajo Fin de Máster). Universidad Miguel Hernández, Elche.
7. Sadeghian KH., S. (2003). Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio sobre las propiedades químicas de los suelos cultivados en café. *Cenicafé*, 54 (3), 242-257.
8. Quinceno, M.C.; Giraldo, G.A.; Villamizar, RH. (2014). Caracterización físicoquímica del plátano para la industrialización. *UGCiencia* 20, 48-54.
9. Viñuela, E.; Adán, A.; González, M.; Budia, F.; Smagghe, G.; Del Estal, P. (1998). Spinosad y azadiractina: efectos de dos plaguicidas de origen natural en el chinche depredador. *Bol. San. Veg. Plagas*, 24, 57-66.
10. Ramírez, J.A.; Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch. Prev. Riesgos Labor*. 4 (2) 67-75.
11. Martínez Castillo, M.L (2017). Saponificación: Una propuesta didáctica para el aprendizaje significativo del concepto de cambio químico (Trabajo de Fin de Máster). Universidad Nacional de Colombia.
12. Puig, J.M; Batlle, R; Bosch, C, Palos, J. (2007). *Aprendizaje servicio: Educar para la ciudadanía*. Barcelona, España: Editorial Octaedro, S.L
13. Rodríguez, M. (2014). El Aprendizaje-Servicio como estrategia metodológica en la Universidad. *Revista Complutense de Educación*, 25 (1) 95-113.

14. Chiva, O; Capella, C; Pallarès M. (2018). Investigación-acción sobre un programa de aprendizaje-servicio en la didáctica de la educación física. *Revista de Investigación Educativa*, 36 (1) 277-293.