

# TRABAJO FIN DE MÁSTER



## UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

## FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y DE LA COMUNICACIÓN

Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación  
Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y  
Enseñanzas de Idiomas

Aprendizaje basado en proyectos y lombricultura para  
aumentar el interés por el estudio del bloque de  
contenidos "Los cambios" de la asignatura Física y  
Química en 3º de ESO

Autor: Andrés Sogorb Rico

<https://youtu.be/XJBk1Dve0>

Director/a: Eva Salazar Serna

Murcia, mayo de 2022







# TRABAJO FIN DE MÁSTER



## UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

### FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y DE LA COMUNICACIÓN

Máster Universitario en Formación del Profesorado de  
Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación  
Profesional y Enseñanzas de Idiomas

Aprendizaje basado en proyectos y lombricultura para aumentar el  
interés por el estudio del bloque de contenidos "Los cambios" de la  
asignatura Física y Química en 3º de ESO

Autor: Andrés Sogorb Rico

<https://youtu.be/XJBk1Dve0>

Director/a

Eva Salazar Serna

Murcia, mayo de 2022



## AUTORIZACIÓN PARA LA EDICIÓN ELECTRÓNICA Y DIVULGACIÓN EN ACCESO ABIERTO DE DOCUMENTOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MURCIA

El autor, D. Andrés Sogorb Rico [REDACTED], como Alumno de la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MURCIA, **DECLARA** que es el titular de los derechos de propiedad intelectual objeto de la presente cesión en relación con la obra Trabajo fin de Master, con título:

“Aprendizaje basado en proyectos y lombricultura para aumentar el interés por el estudio del bloque de contenidos "Los cambios" de la asignatura Física y Química en 3º de ESO”, que ésta es una obra original y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de la Propiedad Intelectual como único titular o cotitular de la obra.

En caso de ser cotitular, el autor (firmante) declara asimismo que cuenta con el consentimiento de los restantes titulares para hacer la presente cesión. En caso de previa cesión a terceros de derechos de explotación de la obra, el autor declara que tiene la oportuna autorización de dichos titulares de derechos a los fines de esta cesión o bien que retiene la facultad de ceder estos derechos en la forma prevista en la presente cesión y así lo acredita.

### **2º. Objeto y fines de la cesión**

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad y hacer posible su utilización de *forma libre y gratuita* por todos los usuarios del repositorio, el autor **CEDE** a la Universidad Católica de Murcia **de forma gratuita y no exclusiva**, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de reproducción, distribución, comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, y transformación sobre la obra indicada tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual.

### **3º. Condiciones de la cesión**

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia permite al repositorio institucional:

- a) Transformarla en la medida en que ello sea necesario para adaptarla a cualquier tecnología susceptible de incorporación a internet; realizar las adaptaciones necesarias para hacer posible la utilización de la obra en formatos electrónicos, así como incorporar los metadatos necesarios para realizar el registro de la obra e incorporar también “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Distribuir a los usuarios copias electrónicas de la obra en un soporte digital.
- d) Su comunicación pública y su puesta a disposición a través de un archivo abierto institucional, accesible de modo libre y gratuito a través de Internet.

### **4º. Derechos del autor**

El autor, en tanto que titular de una obra que cede con carácter no exclusivo a la Universidad por medio de su registro en el Repositorio Institucional tiene derecho a:

- a) A que la Universidad identifique claramente su nombre como el autor o propietario de los derechos del documento.
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio. El autor es libre de comunicar y dar publicidad a la obra, en esta y en posteriores versiones, a través de los medios que estime oportunos.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada. A tal fin deberá ponerse en contacto con el responsable del mismo.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

### **5º. Deberes del autor**

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

#### **6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional**

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, sea con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito, y de acuerdo a las condiciones establecidas en la licencia de uso –modalidad “reconocimiento-no comercial-sin obra derivada” de modo que las obras puedan ser distribuidas, copiadas y exhibidas siempre que se cite su autoría, no se obtenga beneficio comercial, y no se realicen obras derivadas. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

a) Deberes del repositorio Institucional:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.

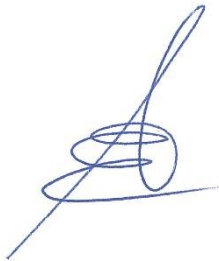
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.

- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro. b) Derechos que se reserva el Repositorio institucional respecto de las obras en él registradas:

- Retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Murcia, a 27 de Mayo de 2022.

**ACEPTA**



Fdo.: Andrés Sogorb Rico



“Si me lo dices, lo olvido; si me lo enseñas, lo recuerdo;  
si me involucras, aprendo”

BENJAMIN FRANKLIN



## ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN .....	13
2. MARCO TEÓRICO .....	16
2.1 MARCO LEGAL .....	16
2.2 LOMBRICULTURA Y PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ .....	17
2.3 METODOLOGÍAS ACTIVAS EN EDUCACIÓN .....	18
2.4 APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS .....	21
3. OBJETIVOS .....	24
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	24
4. METODOLOGÍA .....	25
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	25
4.2 CONTENIDOS .....	29
4.3 ACTIVIDADES .....	30
4.4 RECURSOS .....	39
4.5 TEMPORALIZACIÓN .....	41
5. EVALUACIÓN .....	43
6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL .....	45
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
8. ANEXOS .....	51
Anexo 1. Vídeo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 .....	51
Anexo 2. Roles dentro del grupo cooperativo .....	51
Anexo 3. Rúbrica de heteroevaluación de producciones escritas .....	52
Anexo 4. Rúbrica de coevaluación de trabajo en grupo .....	53
Anexo 5. Ficha ¿productos sintéticos o naturales? .....	54
Anexo 6. Ficha de ejercicios .....	55
Anexo 7. Rúbrica para la evaluación de los objetivos específicos .....	56
Anexo 8. Cuestionario de satisfacción del alumnado .....	57



## 1. JUSTIFICACIÓN

El proyecto de innovación que se describe en el presente Trabajo Fin de Máster (TFM) se titula “Aprendizaje basado en proyectos y lombricultura para aumentar el interés por el estudio del bloque de contenidos "Los cambios" de la asignatura Física y Química en 3º de ESO”.

Este proyecto nace a raíz de la estancia en el centro de prácticas, situado en la provincia de Alicante, en el que asistí a las clases de mi tutor y, posteriormente, impartí algunas sesiones. El centro es de carácter privado/concertado y, teniendo en cuenta que se imparten las etapas educativas de Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato, es interesante la realización de proyectos, que puedan pasar de una etapa a otra y dar continuidad al tema en cuestión, como puede ser la conservación del medio ambiente, que es común y beneficioso para todos. Las instalaciones del centro educativo son de gran tamaño, ya que cuentan con una extensión de 20.000 m<sup>2</sup> y 8.100 m<sup>2</sup> construidos, y se podrían aprovechar dichas instalaciones, para cambiar el entorno de enseñanza-aprendizaje, realizando algún proyecto fuera del aula, lo que podría aumentar la motivación y el interés por el estudio de la asignatura, en este caso Física y Química.

En el desarrollo del periodo de prácticas, pude observar la necesidad de incrementar la motivación de los alumnos por la asignatura de Física y Química ya que, en muchas ocasiones, no comprendían en su totalidad los conceptos que se explicaban y mostraban desinterés por aprenderla. En cuanto a las clases impartidas, tuve la oportunidad de hacerlo desde 2º ESO hasta 4º ESO, aunque mayoritariamente fueron impartidas a los grupos de 3º ESO, alumnado que se encuentra en plena adolescencia y con grandes distracciones, en gran medida, como consecuencia de las redes sociales y la tecnología, en algunos casos.

La idea de aplicar mi proyecto a dicho curso fue porque ya disponen de más conocimientos acerca de los contenidos curriculares que los cursos inferiores, y pueden aplicar de una forma más compleja los conceptos trabajados en el proyecto, a la vez que los ponen en práctica en el aula. En los diferentes

grupos de 3º ESO había algunas diferencias en cuanto al nivel y dedicación de los alumnos a la asignatura. Es por esto, que considero interesante aplicar el proyecto en este curso en concreto, con el fin de motivar a todos los alumnos a participar en el proyecto y aumentar su rendimiento en general, y concretamente, en la asignatura de Física y Química.

Durante el curso en el que se realizaron las prácticas, todavía se hacía presente las medidas higiénico-sanitarias debido al COVID-19, como limpieza y desinfección de manos, clases ventiladas o la instalación de purificadores de aire en todas las aulas. En dicho curso académico, el Centro llevaba a cabo diferentes proyectos, en cuanto a la mejora y conservación del medio ambiente, y concretamente, en la gestión de los residuos, como, por ejemplo, la recogida y separación de las distintas fracciones, como plástico, orgánico y papel. Este último lo recogían semanalmente y lo depositaban en una zona concreta del centro, conservándolo para realizar talleres de reciclaje y así reutilizarlo.

Aprovechando esta situación de conciencia ambiental propuesta por el Centro, la predisposición de los alumnos a realizar proyectos relacionados con el medio ambiente y la desmotivación del alumnado por la asignatura de Física y Química, consideré que podría resultar interesante realizar un proyecto interdisciplinar, dirigido a la obtención de compost con lombrices rojas californianas que, posteriormente, podría ser utilizado como abono.

El proyecto puede estar relacionado con otros ya existentes, como el del huerto escolar, y se podría trabajar con todas las etapas educativas. Así, dependiendo del nivel de la etapa educativa, se podría incidir más en un tema o en otro.

Además, dentro del mismo curso escolar de 3º ESO, otras asignaturas como Biología y Geología pueden trabajar otros contenidos más profundamente, como el ciclo biológico de la Lombriz Roja (*Eisenia foetida*) y el proceso digestivo que realizan para la producción de humus de lombriz. En cuanto a la asignatura de Física y Química, en la que se basa esta propuesta, se trabajaría el tema de las reacciones químicas, ya que se produce un proceso químico de transformación de los residuos orgánicos procedentes de los hogares, y se

transforma en un perfecto abono para las plantas del centro, consiguiendo dar un nuevo uso a esta parte de los residuos.

Este proyecto se podría trabajar en todo el centro y varias etapas educativas, y pueden estar implicados muchos profesores y personal del centro, con el fin de que el proyecto sea común a todos, ya que la problemática de los residuos sólidos urbanos es de interés común para todos los ciudadanos. En concreto, para el desarrollo del proyecto que en siguientes apartados se detallará, estará implicado principalmente el profesorado del Departamento de Física y Química apoyado por del profesorado del Departamento de Biología. Además, en algunas de las actividades estará implicada toda la comunidad educativa y en la presentación final de los proyectos, se contará con la presencia de agentes sociales.

En mi opinión, puede ser un proyecto interesante para el propio Centro, en el que, con muy poca inversión, la dedicación de los alumnos, docentes y el personal no docente, se pueden obtener grandes beneficios, sobre todo en el aumento del interés por la asignatura de Física y Química y en los contenidos a trabajar.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 MARCO LEGAL**

El desarrollo de este trabajo está amparado por la legislación estatal, actualmente en periodo de implantación. En el curso vigente 2021/2022, la legislación se encuentra en periodo de transición, siendo la última ley aprobada la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, (BOE, núm. 340, de 30 de diciembre de 2020), de la que, en este curso, solo se han implantado algunos aspectos esenciales de la ordenación de la etapa, la tutoría, la orientación, así como de la evaluación y de los criterios de promoción del alumnado. Esta Ley modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE, núm. 106, de 4 de mayo de 2006), a su vez modificada por la Ley 8/2013, de 9 de diciembre, (BOE, núm. 295, de 10 de diciembre de 2013) para la mejora de la calidad educativa.

Dentro de la legislación autonómica, el trabajo está amparado por el Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana (Diari Oficial de la Comunitat Valenciana. Núm. 7544 publicado el 10 de junio de 2015). Los contenidos a trabajar en este Proyecto de Innovación Educativa serán los correspondientes a la asignatura Física y Química que se imparte en el tercer curso de ESO, en concreto, los incluidos dentro del Bloque 3: “Los Cambios”: la reacción química, la ley de conservación de la masa, los factores que afectan la velocidad de reacción y la química en la sociedad y el medio ambiente.

Tal y como se establece en el portal de educación del Gobierno de España ([www.educagob.es](http://www.educagob.es)) se definen las competencias clave como una “combinación de conocimientos, capacidades y actitudes” que constituyen un aprendizaje permanente mediante la integración de las mismas a lo largo de toda la vida en los diferentes contextos educativo, laboral y social.

Las relaciones entre competencias, contenidos y criterios de evaluación en todos los niveles educativos vienen descritas en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero (BOE núm. 25, de 29 de enero de 2015), quedando establecido que



en el bloque 3, se trabajan específicamente las competencias CMCT (Competencia Matemática y Competencias Básicas en Ciencia y Tecnología) y CSC (Competencias Sociales y Cívicas). En esta misma orden (Orden ECD/65/2015, de 21 de enero. BOE núm. 25, de 29 de enero de 2015) se propone el uso de metodologías activas y contextualizadas en todos los niveles educativos y, en concreto, el uso del trabajo por proyectos, ya que éste se considera:

**El trabajo por proyectos**, especialmente relevante para el aprendizaje por competencias (...) pretende ayudar al alumnado a organizar su pensamiento, favoreciendo en ellos la reflexión, la crítica, la elaboración de hipótesis y la tarea investigadora (...). Se favorece, por tanto, un aprendizaje orientado a la acción **en el que se integran varias áreas o materias**: los estudiantes ponen en juego un conjunto amplio de conocimientos, habilidades o destrezas y actitudes personales, es decir, los elementos que integran las distintas competencias (p. 7003).

En el proyecto desarrollado se presentan 7 actividades con la finalidad de que el alumnado pueda aprender los contenidos relativos a la asignatura de Física y Química y sus competencias asociadas, pero, además el uso de una metodología activa, en concreto, la del Aprendizaje Basado en Proyectos con grupos cooperativos fomentará la adquisición por parte del alumnado del resto de las competencias clave: Competencia en Comunicación Lingüística, Competencia Digital, Aprender a Aprender, Conciencia y Expresiones Culturales y Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor tal y como se justificará en el apartado “Metodología” de este mismo proyecto.

## **2.2 LOMBRICULTURA Y PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ**

El humus de lombriz es un abono orgánico producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir de los residuos orgánicos domésticos. La

lombricultura según el autor Calero et al (2009) es una técnica de transformación de los residuos sólidos orgánicos por medio de la acción de lombrices y distintos microorganismos. Los residuos orgánicos utilizados pueden ser los derivados del hogar, restos de frutas y verduras, papel y cartón, posos de café, etc. Estos residuos son transformados gracias al proceso de digestión producido por las lombrices, produciendo humus de lombriz, vermicompost o lombricompost. Según Domínguez y Pérez (2011), el proceso de vermicompostaje está considerado como una ecotecnología limpia, sin impacto ambiental y cuyos costes de inversión, energéticos, y de mantenimiento son moderadamente bajos. Este abono ecológico aporta nutrientes y mejora las características del suelo, y puede ser utilizado en agricultura, zonas verdes como jardines, en el propio centro o para que el alumnado abone sus plantas o árboles domésticos. Se trata de una técnica que no requiere una gran inversión inicial y que puede mantenerse durante todo el curso escolar con un mantenimiento mínimo.

### **2.3 METODOLOGÍAS ACTIVAS EN EDUCACIÓN**

El papel de las metodologías activas es cada vez más relevante en el Sistema Educativo español. Así, en los últimos años, se está dando un florecimiento de nuevas metodologías, que se llevan al aula en forma de *Flipped Classroom*, Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Cooperativo y Gamificación, entre muchas otras.

Estas metodologías tienen en común que pretenden cambiar los roles, tanto del alumnado como del profesorado. Según Fernández-March (2006), el antiguo rol del profesor, como fuente casi exclusiva de conocimiento, ha quedado desterrado en la sociedad de la información, de internet y las tecnologías móviles. Del mismo modo, el alumnado ya no es un receptor pasivo de información, sino que lo que se pretende con las metodologías activas es, precisamente, que el alumnado gane autonomía, que sea capaz de filtrar la información relevante mediante una actitud crítica, que comprenda el mundo en el que vive y que sea solidario. Para conseguir todo esto, el profesorado hace de guía y le proporciona herramientas para el aprendizaje.

Esta autonomía, capacidad crítica y solidaridad del alumnado es, precisamente, lo que se busca mediante la introducción de las competencias en los currículos de Infantil, Primaria y Secundaria (se puede ver un ejemplo de esto en las competencias CMCT y CMS que se trabajan en este mismo proyecto).

La base teórica de las metodologías activas puede encontrarse en la Escuela Nueva y en el constructivismo. La Escuela Nueva fue un movimiento de “renovación pedagógica” surgido a finales del siglo XIX y principios del XX que tiene su máximo esplendor en el periodo entreguerras, y que pretendía superar las limitaciones de la escuela tradicional centrándose en los intereses del alumnado y fomentando la autonomía de éste (Luelmo del Castillo, 2018; Del Pozo Andrés, 2002).

Por otra parte, el constructivismo es una teoría psicoeducativa que tiene a sus principales representantes en Vygotsky, Piaget, Bruner y Dewey, entre otros, que sostiene que el ser humano aprende de manera activa, relacionando nuevos contenidos con los que ya posee. El conocimiento, por tanto, tiene que ser construido por el sujeto de una manera significativa, para que pueda producirse el aprendizaje. Además, el conocimiento tiene un componente social y también un componente individual, relacionado con los valores personales y los conocimientos previos, por lo que cada alumno tiene una experiencia única de aprendizaje (Serrano González-Tejero & Pons Parra, 2011).

Según Biggs (1996) si se aplica el constructivismo a la educación, para que esta sea efectiva, tienen que seguirse los siguientes principios:

- Utilizar contenidos que sean familiares al alumnado, de tal manera que puedan establecer conexiones con sus conocimientos previos.
- Presentar los contenidos en su contexto real, junto a las relaciones que tienen con otras áreas de conocimiento, en vez de ser presentados de manera abstracta y descontextualizados.
- Explicar los contenidos mediante lo que Bruner (Guilar, 2009) llamaba “un currículo en espiral”, pasando de los conocimientos más generales a los más específicos, según se va avanzando en la materia.

- Presentar los contenidos de tal manera que el alumnado sea capaz de extrapolarlos a otras materias.
- Ayudar al alumnado a que se convierta en un pensador independiente, sin que el profesorado tenga que proporcionarle todos los contenidos (que aprenda a aprender).
- Trabajar en pequeños grupos colaborativos y cooperativos.

Con respecto a la enseñanza de las ciencias, pese a ser disciplinas que, en gran parte, se basan en la inducción, en la actualidad se enseñan de manera deductiva y con metodologías tradicionales: los contenidos los dicta el profesorado y el aprendizaje es memorístico y, en la mayoría de los casos no significativo.

Autores como Abd-El-Khalick, *et al.* (2004) o Prince y Felder, (2006) señalan que, aplicar metodologías activas en la enseñanza de las ciencias tiene una serie de ventajas con respecto a las metodologías tradicionales como, por ejemplo, que se consigue un aprendizaje más profundo porque, al participar en la construcción de su propio conocimiento, el alumnado es capaz de entender mejor cómo funcionan la ciencia y los principios científicos. También se relacionan de una manera más directa con el pensamiento crítico y el aprendizaje autónomo, dos competencias esenciales de los científicos.

Sin embargo, también se señalan limitaciones y es que, como advierten Prince y Felder (2006), el hecho de utilizar metodologías activas no garantiza el aprendizaje y la motivación del alumnado. Como cualquier otra metodología, si no se planifica y ejecuta correctamente, se corre el riesgo de que no funcione dentro del aula, por lo que una buena planificación es esencial. Además, una parte del alumnado se resiste a este tipo de metodología, en la que se le hace responsable de su propio aprendizaje, y si el profesorado no es capaz de proporcionarles la suficiente cantidad de información y premisas para realizar los proyectos, el alumnado puede desmotivarse aún más y tener peores resultados. Abd-El-Khalick *et al.* (2004) añaden que resulta conveniente combinar los diferentes tipos de metodologías activas y más tradicionales, para garantizar así que el alumnado sea capaz de relacionar las conclusiones de los distintitos aprendizajes.

## 2.4 APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

El Aprendizaje Basado en Proyectos, tal y como se indicaba en el apartado anterior, es una de las metodologías activas que se utilizan en todos los niveles educativos y, además, forma parte de las metodologías que se consideran innovadoras. Podría definirse, según Balcells (2014) como aquel aprendizaje en el que el alumnado es capaz de construir su propio conocimiento, a través de la interacción con la realidad. De esta manera, un proyecto sería una situación o tarea, directamente relacionada con la realidad del alumnado, que tienen que resolver mediante investigaciones prácticas y colaborativas.

El hecho de que se procure que sean temas de su interés y que tengan alguna aplicación práctica en la vida real, está directamente relacionado con: una mayor motivación por aprender por parte de los estudiantes (Martí *et al.*, 2010). También se relaciona con el desarrollo de habilidades transversales tales como, el trabajo en grupo, el aprendizaje cooperativo o la comunicación eficaz (Garrigós y Valero-García, 2012). Además, a través del Aprendizaje Basado en Proyectos, se fomenta el desarrollo de habilidades metacognitivas, la transferencia de los aprendizajes (Rodríguez García, 2021) y el desarrollo de habilidades profesionales ya que, el aprendizaje, se produce en escenarios fuera del aula, que están más cercanos al ámbito profesional (Molina, 2019).

Con respecto al aprendizaje de las ciencias mediante esta metodología, la revisión llevada a cabo por Kokotsaki *et al.* (2016) puso de manifiesto un incremento en el interés por aprender ciencia y tecnología en alumnado de Secundaria, así como un incremento en la conciencia ecológica.

Según Prince y Felder (2006), el Aprendizaje Basado en Proyectos es una de las metodologías de elección para el aprendizaje de las ciencias. Tal y como se señalaba en el apartado anterior, tradicionalmente se ha enseñado ciencia con metodología deductiva, centrada en los contenidos y dejando un pequeño espacio para la creación de proyectos, pero sin que tuvieran un gran peso en el currículo o en la evaluación. Sin embargo, diferentes investigaciones muestran que los resultados en ciencias del alumnado no hacen sino empeorar, al igual que la motivación con respecto a su aprendizaje (Garrigós y Valero-García,

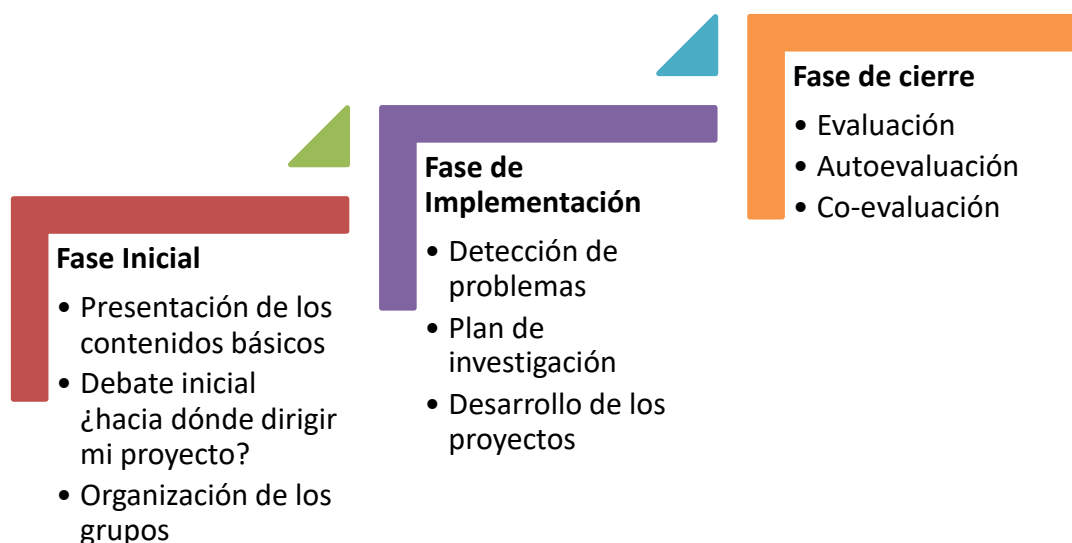
2012). Estos datos contrastan con una sociedad cada vez más involucrada con el uso de las tecnologías y con un conocimiento científico cada vez más especializado y al que cada vez se tiene menos acceso.

En una sociedad como la actual, se hacen imprescindibles metodologías para enseñar las ciencias que conecten con las problemáticas individuales y sociales del alumnado. Es urgente enseñar ciencia desde la perspectiva de los científicos para que, además de los contenidos, se llegue a comprender los procesos que hacen posible el avance científico. El Aprendizaje Basado en Proyectos puede ser una buena herramienta para conseguirlo. Sin embargo, su implementación no está exenta de dificultades. Garrigós y Valero-García (2012) señalan que una de las principales dificultades viene dada por el hecho de que se necesita un cambio profundo en la organización y un mínimo de cinco o seis semanas para su implementación. Con los currículos actuales, programar los proyectos de la manera que requieren para que realmente tengan efectos en el aprendizaje y la motivación del alumnado se convierte en todo un reto.

Antón y Sánchez (2020) proponen una serie de fases contrastadas en su investigación, que pueden facilitar la integración del Aprendizaje por Proyectos en las programaciones educativas (Figura 1).

### Figura 1.

*Fases para la implementación del ABP.*



Fuente: Antón y Sánchez (2020).

Otros facilitadores para la implementación de los proyectos según el meta-análisis llevado a cabo por Kokotsaki en 2016, serían el uso de las TIC, para dar soporte a los proyectos, ya que facilitan la documentación de todo el proceso y la exposición de este en soportes digitales, que pueden compartirse fácilmente. Además, según este mismo autor, el hecho de trabajar con TIC ya motiva al alumnado, de manera independiente al proyecto que deban realizar. Según el citado estudio (Kokotsaki, 2016), uno de los factores más importantes, para determinar el éxito del proyecto, viene dado por la capacidad del profesorado para guiar y motivar al alumnado durante las fases de éste y, para ello, se necesita una adecuada formación del profesorado en este tipo de metodologías. Precisamente, la carencia de formación y de medios para implementar los proyectos es otra de las dificultades que se plantean como más importantes por Garrigós y Valero-García (2012) en su investigación.

El Aprendizaje Basado en Proyectos tiene mucho en común con otras metodologías activas basadas en el constructivismo, como el Aprendizaje Basado en Problemas. Aunque comparten muchos de sus principios, la diferencia principal entre ellos es que el Aprendizaje Basado en Problemas se centra más en los procesos de aprendizaje que en el resultado final, mientras que en el Aprendizaje Basado en Proyectos tiene que haber un “producto”, una construcción por parte del alumnado como parte del resultado final y eso es precisamente lo que hace único este tipo de aprendizaje (Blumenfeld *et al.*, 1991).

Finalmente, hay que tener en consideración que el uso de las metodologías activas no garantiza *per se* el aprendizaje y la motivación del alumnado. La planificación y la combinación de las diferentes herramientas a disposición del profesorado, en función de los objetivos docentes, sin embargo, se convierte en fundamental.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general de este proyecto es el de aumentar el interés del alumnado por el estudio de la asignatura de Física y Química de 3º ESO, trabajando los contenidos del bloque curricular “Los Cambios”, a través del aprendizaje basado en proyectos y la lombricultura.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para alcanzar el objetivo general, se proponen los siguientes objetivos específicos (OE):

- OE1: Dar herramientas al alumnado para distinguir los cambios físicos y químicos, a través del proceso de la elaboración de humus de lombriz.
- OE2: Comprender el concepto de reacción química y los cálculos estequiométricos, mediante actividades aplicadas.
- OE3: Llevar al aula metodologías activas, para aumentar el interés del alumnado por los contenidos de la asignatura de Física y Química de 3º de ESO.
- OE4: Capacitar al estudiante para entender la problemática de la acumulación de los residuos orgánicos domésticos y proponer una solución a partir de la lombricultura.
- OE5: Favorecer el aprendizaje por parte del alumnado de la técnica de lombricultura, como propuesta a la gestión de residuos orgánicos domésticos.



## **4. METODOLOGÍA**

El proyecto de innovación educativa que se presenta está enfocado a proponer actividades que aumenten el interés del alumnado de 3º de ESO, utilizando la metodología de Aprendizaje por Proyectos, mediante grupos cooperativos, como guía para el desarrollo de los contenidos del Bloque 3: “Los cambios”.

### **4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La propuesta didáctica diseñada tiene por título “Aprendizaje basado en proyectos y lombricultura para aumentar el interés por el estudio del bloque de contenidos "Los cambios" de la asignatura Física y Química en 3º de ESO”. En el bloque citado, se tratan los contenidos establecidos en el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre y, a nivel autonómico, en el Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana.

Es común ver en los centros educativos que el alumnado ha perdido el interés en las asignaturas de ciencias, en muchas ocasiones, por no ver la aplicación práctica de asignaturas como Física y Química. Es por esta razón por la que se propone una metodología activa centrada en la aplicación práctica de los contenidos curriculares, que termine en la obtención de un producto final como el humus de lombriz que, además de solucionar el problema del exceso de residuos orgánicos en los centros educativos, puede ser reutilizado como abono orgánico.

La innovación en este proyecto se puede encontrar en dos aspectos de este. Por un lado, en la metodología propuesta: el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), mediante grupos cooperativos y, por otro, en la aplicación de una técnica como la producción del humus de lombriz, al aprendizaje de los contenidos de Física y Química. Además, la aplicación de la lombricultura en los centros escolares sería una innovación en sí misma, puesto que en España no hay muchos centros que la implementen, siendo mucho más común el uso de

huertos escolares para la consecución de los objetivos curriculares. Para su implementación, se han diseñado una serie de actividades siguiendo la metodología ABP, con grupos cooperativos y aplicadas a la obtención de un producto final, que puede ser reutilizado como abono orgánico: el humus de lombriz, al mismo tiempo que se aprenden los contenidos curriculares.

Con respecto a la metodología utilizada, el ABP aplicado a la lombricultura mediante grupos cooperativos, supone el desarrollo de los contenidos a través de una metodología activa, en la que el alumnado construye su propio conocimiento y el docente hace de guía. Se considera innovadora esta metodología, en la medida en que se invierte el orden tradicional en el que se produce el aprendizaje en la asignatura de Física y Química. Tradicionalmente se presentan de manera expositiva una serie de contenidos, que el alumnado tiene que dominar de manera teórica, antes de pasar a la práctica. En el ABP la exposición de contenidos por parte del profesor se reduce al mínimo posible. Podría decirse que, primero se experimenta o se indaga y, posteriormente, se extraen las regularidades que están a la base de los resultados o conclusiones obtenidas. De esta manera, el alumnado es capaz de dotar de sentido e integrar los contenidos que va aprendiendo, al provenir de conocimientos que ya ha aplicado o “pensado”, y también es capaz de proponer los siguientes “escalones” en la construcción del conocimiento. Este es, precisamente, el sentido del “aprendizaje significativo”: ser capaz de relacionar los contenidos nuevos con los contenidos que ya se han aprendido. Además, con esta metodología, los contenidos se van integrando secuencial y progresivamente, en un proyecto final, que va siendo creado por el propio alumnado, potenciándose la capacidad de aprender a aprender y el desarrollo de las otras competencias clave.

Los grupos cooperativos se caracterizan por ser pequeños grupos de trabajo (de entre 4 y 5 integrantes) en los que todos los miembros del grupo son necesarios, para que la tarea pueda realizarse con éxito. Los integrantes del grupo no son responsables únicamente de su propia tarea, sino también de velar por el trabajo del resto de los integrantes del grupo. Además, a esto se le añaden las competencias socioemocionales que se desarrollan al trabajar con otras personas, que no pueden desarrollarse a través del trabajo individual. El diseño

de las actividades de este proyecto propone la creación de grupos cooperativos estables, porque se considera que los beneficios del ABP, al trabajar en equipo aumentan, ya que los miembros del grupo se ayudan unos a otros y tienen puntos de vista distintos que enriquecen el proyecto. Por estas mismas razones la composición y formación de los equipos constituyen uno de los momentos críticos del proyecto. Se recomienda que sea el profesor el que distribuya a los participantes en los grupos porque estos deben ser heterogéneos en cuanto a género, etnia, intereses, capacidades, motivación y rendimiento.

Las actividades para desarrollar se presentarán agrupadas en las tres fases que señalaban Antón y Sánchez (2020): iniciales, de implementación del proyecto y finales. Se describirán sus objetivos, contenidos y los recursos que se necesitan para poder ponerlas en práctica y también la evaluación que se hará de cada una de ellas. Posteriormente, se explicitan los recursos utilizados y la temporalización de las actividades, seguido de los tipos y criterios de evaluación a utilizar y, finalmente, se hará una valoración y reflexión final sobre la ejecución del proyecto, con recomendaciones para su implementación con éxito.

En la fase inicial, se introducirá al alumnado en la problemática de la sostenibilidad y de la contaminación medioambiental, se crearán los grupos cooperativos que se mantendrán durante todo el proyecto y se establecerán las bases para la creación del proyecto final. En la fase de implementación, comienza el trabajo de campo propiamente dicho. Se explicarán las bases teóricas de la lombricultura y se procederá a la elaboración del humus de lombriz. Se analizarán las reacciones físicas y químicas, implicadas en todo el proceso, relacionándolas con la obtención del vermicompost. En la fase de cierre, se procederá a la exposición de los proyectos a toda la comunidad educativa y a agentes de desarrollo local, y se establecerán alianzas para garantizar la continuidad del proyecto.

Adicionalmente, la ejecución de las actividades a través de la metodología ABP provee al alumnado de las siguientes competencias clave:

- **Competencia en comunicación lingüística (CCL).** A través del trabajo con la lombricultura y mediante aprendizaje cooperativo, esta

competencia se puede desarrollar mediante la interacción oral con los miembros del grupo, la expresión de ideas, los diálogos o la escucha activa, para la consecución de un objetivo común.

- **Competencia matemática y competencia básica en ciencias y tecnología (CMCT).** Mediante las actividades para llevar a cabo el proyecto, se aplican conocimientos de reacciones químicas, cambios físicos y químicos, sistemas tecnológicos e investigación científica.
- **Competencia digital (CD).** Uso de recursos tecnológicos y consulta diferentes fuentes de información para desarrollar y trabajar con la lombricultura. Búsqueda y tratamiento de la información para la resolución de las diferentes actividades propuestas. Creación de productos digitales.
- **Competencias sociales y cívicas (CSC).** La lombricultura, unida al aprendizaje cooperativo, permite aprender a relacionarse de manera constructiva con los compañeros y con el entorno. Se participa de manera activa en el trabajo, mostrando solidaridad, interés y trabajo en equipo. Desarrollo del interés por construir una sociedad más justa y sostenible contribuyendo al bienestar.
- **Aprender a aprender (CPAA).** Desarrollo de diferentes estrategias para planificar y resolver problemas, que se pueden encontrar en un proyecto de lombricultura. Supervisión, evaluación y reflexión sobre el trabajo realizado. Generación de productos autoproducidos y estimulación de la sensación de autoeficacia y confianza, lo que incrementa la motivación.
- **Conciencia y expresiones culturales (CEC).** Empleo de diferentes materiales y técnicas, para el diseño del proyecto de lombricultura y recolección de humus de lombriz. Respeto a la diversidad cultural de los integrantes de su grupo y puesta en valor de la libertad de expresión.
- **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.** Desarrollo de habilidades para el diseño y la implementación de un plan: el humus de lombriz. Adaptación a los cambios y resolución de problemas. Desarrollo de métodos para la evaluación y autoevaluación.

## 4.2 CONTENIDOS

Este proyecto de innovación se desarrolla con el objetivo de aumentar la motivación del alumnado de 3º de ESO, hacia el aprendizaje de los contenidos curriculares seleccionados del bloque 3, principalmente, pero también del bloque 1 (Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Contenidos curriculares y estándares de aprendizaje seleccionados.*

Contenidos	Estándares de aprendizaje
<b>Bloque 3. Los cambios</b>	
<b>C1.</b> Cambios físicos y químicos	<b>EA1.</b> Distingue entre cambios físicos y químicos en acciones de la vida cotidiana
<b>C2.</b> La reacción química	<b>EA2.</b> Identifica cuáles son los reactivos y los productos de reacciones químicas sencillas interpretando la representación esquemática de una reacción química
<b>C3.</b> Cálculos estequiométricos sencillos	<b>EA3.</b> Representa e interpreta una reacción química a partir de la teoría atómico-molecular y la teoría de colisiones
<b>C4.</b> Ley de conservación de la masa	<b>EA4.</b> Comprueba experimentalmente que se cumple la ley de conservación de la masa.
<b>C5.</b> La química en la sociedad y el medio ambiente.	<b>EA5.1</b> Interpreta situaciones cotidianas en las que la temperatura influye significativamente en la velocidad de la reacción.
	<b>EA5.2</b> Clasifica algunos productos de uso cotidiano en función de su procedencia natural o sintética.
	<b>EA5.3</b> Propone medidas y actitudes, a nivel individual y colectivo, para mitigar los problemas medioambientales de importancia global.
<b>Bloque 1. La actividad científica</b>	
<b>C6.</b> Proyecto de investigación	<b>EA6.1</b> Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico, y utilizando las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones <b>EA6.2</b> Participa, valora, gestiona y respeta el trabajo individual y en equipo.

*Fuente:* Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre (BOE núm. 3, sábado 3 de enero de 2015).

### **4.3 ACTIVIDADES**

Como se ha comentado anteriormente, las actividades propuestas en este proyecto se dividirán en tres fases, fundamentales para la implementación de proyectos basados en ABP (fase inicial, fase de implementación y fase de cierre). Las actividades están diseñadas para ser llevadas a cabo en un orden secuencial. A continuación, se describen.

#### **FASE INICIAL**

##### **Actividad 1: ODS 2030 ¿hacia dónde vamos?**

- **Objetivos:** Comprender la evolución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), identificando cuáles son los que mejor se alinean con el proyecto a desarrollar. Entender la dinámica de trabajo de los grupos cooperativos y la metodología del trabajo por proyectos.
- **Contenidos:** Se trabajarán los contenidos curriculares del Bloque 1 de la asignatura Física y Química de 3º ESO correspondientes a la actividad científica y, en concreto, a la elaboración de proyectos de investigación de forma colaborativa, utilizando las tecnologías TIC.
- **Recursos:** Se necesitará un proyector conectado a un ordenador portátil para proyectar el video sobre los ODS 2030 (Anexo 1), ordenador o tablet con conexión a internet y programa para elaborar diapositivas (uno por grupo). También se necesitará el siguiente material escolar: un cuaderno (que se utilizará durante todo el proyecto), bolígrafos y grapadora.
- **Agrupación:** se trabajará en grupos cooperativos de 4 o 5 personas, formados por el profesor, siguiendo las indicaciones anteriormente descritas. Estos grupos se mantendrán a lo largo de todo el proyecto.
- **Duración:** 1 sesión de clase (50 minutos)
- **Descripción:** Se trata de una sesión inicial que permite introducir tanto la guía directriz del proyecto: los Objetivos de Desarrollo Sostenible, como la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos. Se explicará al alumnado el objetivo final del Proyecto: la elaboración de humus de lombriz, adelantando que habrá una sesión final, en la que los proyectos serán

expuestos a la comunidad educativa y agencias locales. Se formarán los grupos, teniendo en cuenta las recomendaciones para la formación de grupos cooperativos. Una vez formados los grupos, el alumnado dispondrá de 10 minutos para que cada uno de los miembros asuma su rol dentro del grupo (Anexo 2) y se les proporcionará el material que vayan a necesitar para la sesión: folios, bolígrafos y lapiceros y un ordenador portátil por grupo. Se proyectará un video explicativo (Anexo 1) y tendrán que tomar notas para poder establecer con qué ODS se identifica más el proyecto a realizar. Una vez seleccionado el/los ODS tendrán que elaborar una diapositiva, justificando su elección. Esta diapositiva formará parte de la presentación final del proyecto.

- Evaluación: En esta actividad se evaluará, por un lado, la calidad de la diapositiva mediante la rúbrica de heteroevaluación de producciones escritas (Anexo 3) y, por otro lado, el trabajo en grupo mediante la rúbrica de co-evaluación para el trabajo de grupo (Anexo 4)

### **Actividad 2: ¿Sintético o natural?**

- Objetivos: Clasificar, de forma autónoma, productos cotidianos en sintéticos y naturales, según su procedencia. Asociar los productos sintéticos con la mejora en la calidad de vida. Consolidar los grupos cooperativos formados.
- Contenidos: Los contenidos que se trabajarán en esta actividad son: la química en la sociedad y en el medio ambiente: diferencia entre productos sintéticos y naturales y aplicaciones de los productos sintéticos en la sociedad actual. Estos contenidos corresponden al bloque curricular 3.
- Recursos: Ordenador con proyector u hojas impresas con 6 productos (Anexo 5). Papel (1 hoja por grupo) y bolígrafos.
- Agrupación: se trabajará en grupos cooperativos de 4 o 5 personas. Estos grupos se mantendrán a lo largo de todo el proyecto.
- Duración: 1 sesión de clase (50 minutos)
- Descripción: Se proyectarán 6 productos (Anexo 5) y los grupos tendrán que determinar si son productos sintéticos o naturales. Para ello, dispondrán de 10 minutos de debate interno, antes de determinar si se trata de un producto

sintético o natural. Anotarán sus respuestas y éstas se compartirán con el resto de los grupos. Si todos los grupos están de acuerdo en si un determinado producto es sintético o natural, se pasará al siguiente producto. Si no hay acuerdo, cada grupo enfrentado expondrá la argumentación que le ha conducido a categorizarlo de una u otra manera (15 minutos). Los grupos elaborarán una definición de producto sintético y otra de producto natural (5 minutos). Cuando las definiciones estén hechas, el profesor explicará las diferencias entre una y otra (5 minutos). Cada grupo puntuará sus definiciones del 1 al 10 en función de lo acertadas que sean, las corregirá y entregará la hoja al profesor (10 minutos). Para finalizar se dejará un tiempo para la reflexión intragrupo, en torno a cómo sería nuestra vida si no dispusiéramos de materiales sintéticos (5 minutos).

- **Evaluación:** En esta actividad se valorará la participación de los grupos en la elaboración de definiciones y en el debate acerca de las definiciones. Con respecto a la ficha entregada, no se tendrá en cuenta la puntuación que el grupo da a sus definiciones, sino la calidad de las correcciones que ha hecho, en función de lo explicado por el profesor/a. Se evaluará con la rúbrica de heteroevaluación de producciones escritas (Anexo 3).

### **Actividad 3: Los residuos y la sostenibilidad ¿tenemos un problema?**

- **Objetivos:** Entender el impacto medioambiental de los residuos que genera el ser humano y proponer soluciones para mitigarlo. Concienciar al alumnado de la importancia de la sostenibilidad.
- **Contenidos:** Los contenidos curriculares que se trabajarán son los de impacto medioambiental, gases de efecto invernadero, reutilización de residuos y sostenibilidad del bloque 3.
- **Recursos:** Ordenador (1 por grupo), impresora, celo para pegar los carteles.
- **Agrupación:** se trabajará en grupos cooperativos de 4 o 5 personas. Estos grupos se mantendrán a lo largo de todo el proyecto.
- **Duración:** 1 sesión de clase (50 minutos)
- **Descripción:** Se trata de una actividad en la que se pretende ensayar el trabajo autónomo de los diferentes grupos. Para ello, el profesor explicará, de



manera general, los principales problemas de contaminación medioambiental, centrándose en el efecto de los gases invernadero y los problemas de gestión de residuos (10 minutos). A continuación, introducirá el concepto de sostenibilidad y reciclaje, y se propondrá una lluvia de ideas acerca de qué acciones se pueden hacer a nivel de centro, que sean sostenibles y que ayuden a reciclar residuos (15 minutos). Cada grupo tomará una de las ideas propuestas y elaborará un esquema para la elaboración de una infografía, que ayude a concienciar de la importancia del reciclaje (10 minutos) y la pondrá en común con el resto de los grupos, para que éstos hagan correcciones, en el caso de que sean necesarias. Cuando el contenido de la infografía esté consensuado, cada grupo creará un “slogan” que invite a la acción y elaborará la infografía (40 minutos). Se imprimirán y se colocarán por todo el centro para ayudar a concienciar al resto de la comunidad educativa (10 minutos).

- Evaluación: Se evaluará el trabajo en grupo mediante la rúbrica de co-evaluación (Anexo 4) así como la calidad de la infografía presentada mediante rúbrica de heteroevaluación de producciones escritas (Anexo 3).

## FASE DE IMPLEMENTACIÓN

### **Actividad 4: Lombricultureando**

- Objetivos: Comprender cómo funcionan los proyectos de lombricultura y vermicompost, qué elementos necesitan para implementarse y cómo llevar a cabo el mantenimiento de los mismos.
- Contenidos: Los contenidos curriculares que se trabajarán son los referidos al Bloque 3: reutilización de residuos, sostenibilidad, reacciones químicas, transformación de sustancias, cambios físicos y cambios químicos.
- Recursos: Puesto que esta actividad se realizará fuera del aula se necesitará un transporte escolar. Material escolar: libretas y bolígrafos. Cámara de fotos o móvil con cámara. Profesorado auxiliar que acompañe al grupo preferiblemente del Departamento de Física y Química y/o Biología.
- Agrupación: Durante la visita, la recogida de información se llevará a cabo de manera individual, pero se recomienda que los grupos permanezcan juntos.

- Duración: 2 horas
- Descripción: Esta actividad consistirá en la visita a un centro cercano, en el que esté puesto en marcha un proyecto de vermicompost. Se visitarán las instalaciones y los encargados del proyecto explicarán al alumnado cómo se lleva a cabo un proyecto de este tipo y los materiales y recursos que se necesitan para llevarlo a cabo: el tipo de lombrices a utilizar, las cajas para alojar a las lombrices, el tipo de alimento que necesitan las lombrices y cómo tiene que recogerse el humus cuando se produzca. El alumnado documentará toda la visita mediante fotos, videos y notas escritas o de voz. El profesorado explicará los conceptos de cambio físico y cambio y reacción química, poniendo como ejemplo los cambios que se aprecian en las diferentes etapas de producción de humus.
- Evaluación: Se evaluará de manera observacional el comportamiento del grupo durante la salida.

#### **Actividad 5: Elaboración del proyecto**

- Objetivos: Contextualizar un problema medioambiental, a los objetivos del proyecto. Escribir el índice del proyecto y presentarlo al resto de los grupos, consensuando los pasos a seguir para su implementación.
- Contenidos: Se tratarán los contenidos curriculares ~~transversales~~ del Bloque 1 de la Asignatura de Física y Química de 3º ESO, relativos a la creación de proyectos y la comunicación científica.
- Recursos: Ordenador con conexión a internet (1 para cada grupo). Un ordenador con proyector. Material escolar: bolígrafos y folios.
- Agrupación: Se trabajará en grupos cooperativos de 4 o 5 personas. Estos grupos se mantendrán a lo largo de todo el proyecto.
- Duración: 3 sesiones de clase (150 minutos)
- Descripción: El propósito de esta actividad es compartir la información recogida durante la visita, y elaborar una guía del proyecto que va a llevarse a cabo. Para ello, en primer lugar, compartirán la información recogida sobre cómo elaborar un proyecto de vermicompost en sus grupos de referencia, debatiendo sobre las dudas que puedan surgir acerca de la información

recogida. Si no hay acuerdo en algún aspecto, el profesor puede aclarar la cuestión. A continuación, se elaborará un esquema con todos los pasos que han de darse para implementar el proyecto, así como un listado de los materiales que se necesitan para llevarlo a cabo (1 sesión de 50 minutos). En la siguiente sesión, los grupos expondrán los pasos que han de darse y los materiales que se necesitan a los miembros de los demás grupos, y se debatirá hasta que se llegue a un acuerdo sobre los pasos y los materiales a utilizar por todos los grupos (30 minutos). Una vez que todos los grupos están de acuerdo, cada grupo realizará una presentación de diapositivas completa, acompañada de fotos sobre las fases de implementación del proyecto y materiales necesarios para su implementación. Esta presentación de diapositivas será entregada al profesor para su evaluación (70 minutos).

- Evaluación: Evaluación del trabajo en grupo mediante rúbrica de co-evaluación (Anexo 4) y evaluación de producciones escritas mediante rúbrica de heteroevaluación (Anexo 5)

#### **Actividad 6: Vermicomposteando.**

- Objetivos: Conocer y manipular el material básico para la puesta en marcha de un proyecto de lombricultura y vermicompost. Reconocer las diferentes propiedades de la materia y clasificarla de acuerdo con sus propiedades. Realizar cálculos estequiométricos sencillos y entender las reacciones y ecuaciones químicas.
- Contenidos: Se trabajarán los contenidos del Bloque 3 de la asignatura Física y Química de 3º ESO: reacciones químicas y factores que afectan a la velocidad de reacción. Ley de conservación de la masa y cálculos estequiométricos sencillos. Concepto de mol.
- Recursos: Cámara fotográfica o móvil con cámara de fotos. Ficha de ejercicios (Anexo 6). Material escolar: bolígrafos y folios. Ordenador (1 por grupo).
- Agrupación: se trabajará en grupos cooperativos de 4 o 5 personas. Estos grupos se mantendrán a lo largo de todo el proyecto.
- Duración: 5 sesiones de clase (250 minutos) más 1 recreo por semana, para alimentar a las lombrices y recoger el humus por grupo (previamente

pactado).

- Descripción:

Sesión 1: durante la primera sesión se pondrá en marcha el proyecto de vermicultura. Para ello, los grupos elegirán, dentro de las instalaciones del centro, un espacio adecuado para montar los vermicompostadores (uno por cada grupo). Este espacio debe tener techo porque es preferible que los vermicompostadores no se mojen con el agua de lluvia ni les dé el sol directo. Además, se colocará otra vermicompostadora en el aula de clase si esto es posible, y si no, en el laboratorio de Física y Química, para monitorizar los cambios que se producen con los cambios de temperatura. Una vez elegido el sitio, se procederá a poner la tierra e introducir las lombrices y se añadirán restos orgánicos, para que las lombrices puedan ir alimentándose. Cada grupo documentará todo el proceso de manera individual, mediante fotografías y anotaciones (30 minutos). De vuelta al aula de referencia, los grupos elaborarán los dos primeros ejercicios de la ficha de ejercicios (Anexo 6). Al finalizarlos se resolverán en el aula de manera conjunta (20 minutos).

Sesión 2: esta sesión tendrá lugar en el aula de referencia. El profesor introducirá los contenidos relacionados con las reacciones y ecuaciones químicas y cálculos estequiométricos, buscando que el alumno consiga un correcto aprendizaje de los conocimientos, referentes a dichos contenidos, y pedirá al alumnado que realice, de forma grupal, las actividades 3, 4 y 5 de la ficha de ejercicios (Anexo 6), resolviendo cualquier duda que puedan tener.

Sesión 3: durante la sesión 3 se trabajará en el aula con los grupos de referencia en la elaboración de la presentación del proyecto: se añaden las diapositivas referentes a la puesta en marcha del proyecto y también los resultados de los dos primeros ejercicios de la ficha de ejercicios (Anexo 6).

Sesión 4: durante la sesión 4 se analizará el estado de la vermicompostera. Para ello, se comprobará el piso inferior de la misma. Si apenas quedan lombrices porque se han movido al piso superior, los restos que quedan de tierra son el humus, que servirá como abono. Si queda algún pequeño residuo orgánico, se retirará y si queda alguna lombriz, se pondrá en el segundo nivel. Se procederá a la recolección de residuos orgánicos en las papeleras

creadas para ese efecto. Se dispondrán los residuos orgánicos recogidos en el segundo nivel de la caja y se documentará con fotos. Se recolectará el humus de lombriz y se almacenará con el nombre del grupo recolector. En el aula de referencia, se comparará el humus producido por las lombrices de las vermicomposteras que están el exterior, con el humus producido por las lombrices que están en el interior, asociando esos cambios a la velocidad de las reacciones químicas. Para ello se realizará la actividad 6 de la ficha de ejercicios (Anexo 6).

- Evaluación: Se evaluará la ficha de ejercicios y la corrección de los cálculos efectuados, mediante la rúbrica para la evaluación de producciones escritas (Anexo 3).

### FASE FINAL

#### **Actividad 7: Exposición de proyectos y donación del humus a huertos locales.**

- Objetivos: Dar a conocer los resultados de los proyectos. Establecer alianzas para la continuidad del proyecto. Concienciar a la comunidad educativa de la importancia de la reutilización de residuos.
- Contenidos: Se tratarán los contenidos curriculares del Bloque 1 de la Asignatura de Física y Química de 3º ESO, relativos a la creación de proyectos y la comunicación científica.
- Recursos: Ordenador con proyector. Aula con gran capacidad y ordenador con proyector. Profesorado auxiliar para controlar el aforo. Bolígrafos.
- Agrupación: se trabajará en grupos cooperativos de 4 o 5 personas. Trabajo individual.
- Duración: 3 sesiones de clase (150 minutos)
- Descripción: En la primera sesión, los grupos expondrán sus proyectos al resto de compañeros. El profesor y el resto de los grupos puntuará cada apartado de los trabajos presentados. Los apartados que mayor puntuación reciban se unirán en una sola presentación, que será la que será expuesta en la segunda sesión.

En la segunda sesión se llevará a cabo una presentación conjunta del proyecto unificado, ante la comunidad educativa y representantes del Ayuntamiento. Una vez terminada la presentación, se dividirá a los asistentes entre el número de grupos creados y, cada uno de los grupos, explicará a los asistentes las fases de elaboración del proyecto y los mecanismos de transformación de residuos orgánicos en abono, gracias a la intervención de las lombrices. Como acto final, se entregará el humus de lombriz recolectado a los representantes del Ayuntamiento, para que puedan abonarse con él los jardines o huertos públicos.

En la sesión 3 se disuelven los grupos de trabajo y se procede, de forma oral, a analizar lo aprendido y a evaluar las debilidades y fortalezas del proyecto. Se entregarán las fichas de ejercicios y las presentaciones de grupo, para que sean evaluadas por el profesor. Se entregarán los cuestionarios de satisfacción para ser completados por el alumnado y, posteriormente, serán recogidos por el profesor para su evaluación.

- Evaluación: Evaluación final de la ficha de ejercicios y de la presentación del proyecto mediante rúbricas de evaluación de producciones escritas (Anexo 3) y coevaluación de trabajo en grupo (Anexo 4). Evaluación del proyecto por parte del alumnado con el cuestionario de satisfacción final (Anexo 8)

En la tabla 2 se muestra la relación entre las fases del proyecto, las actividades, los contenidos curriculares y los objetivos específicos del proyecto.

**Tabla 2.**

*Relación entre fases del proyecto, actividades, contenidos curriculares y objetivos específicos del proyecto.*

<b>Secuencia de actividades</b>	<b>Número actividad (sesiones)</b>	<b>Actividades</b>	<b>Contenidos</b>	<b>Objetivos del proyecto</b>
Fase inicial	1 (1)	ODS 2030 ¿hacia dónde vamos?	C6	OE3 OE4
	2 (1)	Debate ¿sintético o natural?	C5	OE3 OE4
	3 (1)	Los residuos y la sostenibilidad ¿tenemos un problema?	C5	OE3 OE4
Fase de implementación	4 (1)	Lombricultureando	C1 C2 C3 C4	OE1 OE2 OE3 OE4 OE5
	5 (3)	Elaboración del proyecto	C6	OE3
	6 (5)	Vermicomposteando	C1 C2 C3 C4	OE1 OE2 OE3 OE4 OE5
Fase de cierre	7 (3)	Exposición de proyectos y donación del humus a huertos locales	C6	OE3

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.4 RECURSOS**

Los recursos específicos necesarios para el desarrollo de este proyecto de innovación docente han sido especificados en cada una de las actividades. A continuación, se clasificarán en tres categorías, en función del tipo de recurso: materiales y espaciales, personales, y simbólicos.

Los recursos materiales y espaciales que serán necesarios para el desarrollo de la propuesta educativa son:

- Aula de clase
- Salón de actos
- Pizarra, tiza o rotuladores.
- Ordenador y proyector
- Ordenadores para los grupos
- Autobús
- Material escolar: bolígrafos, folios, celo
- Impresora
- Cámara de fotos o móvil con cámara de fotos
- Vermicomposteras
- Residuos orgánicos
- Contenedores para recoger el humus (1 por vermicompostera)

Los recursos simbólicos, que serán necesarios para el desarrollo de la propuesta educativa son:

- Vídeos multimedia
- Páginas web de contenidos
- Presentación de diapositivas

Por último, en cuanto a los recursos personales, se precisará de la participación de:

- Docentes del Departamento de Física y Química. En la visita externa que se realizará a un proyecto de lombricultura, es recomendable que acompañen al alumnado 3 docentes. Si no se contara con 3 docentes de Física y Química, se podría pedir la colaboración al Departamento de Biología y Geología.
- Docentes de otros departamentos y personal no docente del centro. Serán necesarios en la presentación de los proyectos y en



la visita a los proyectos de vermicompost del centro, para controlar los aforos y dirigir las visitas.

#### 4.5 TEMPORALIZACIÓN

Tal y como apuntaban Garrigós y Valero-García (2012), se necesitan un mínimo de 6 semanas para implantar la metodología ABP con éxito. El proyecto presentado tiene una duración de 7 semanas, y está pensado para implementarse desde la segunda semana de enero hasta la última semana de febrero (Tabla 3), lo que suele coincidir con el periodo escolar que transcurre desde la vuelta de las vacaciones de Navidad hasta las vacaciones de Carnaval.

**Tabla 3.**

*Temporalización del proyecto.*

Secuencia de actividades	Número actividad	Número sesiones	Actividades	Temporalización
<b>Fase inicial</b>	1	1	ODS 2030 ¿hacia dónde vamos?	Semana 1 (Enero)
	2	1	Debate ¿sintético o natural?	Semana 1 (Enero)
	3	1	Los residuos y la sostenibilidad ¿tenemos un problema?	Semana 2 (Enero)
<b>Fase de implementación</b>	4	1 (2 horas)	Lombricultureando	Semana 2 (Enero)
	5	3	Elaboración del proyecto	Semana 3, 4 (Enero, Febrero)
	6	5	Vermicompostean-do	Semana 4, 5 y 6 (Febrero)
<b>Fase de cierre</b>	7	3	Exposición de proyectos y donación del humus a huertos locales	Semana 7 (Febrero)

Fuente: Elaboración propia

Esta temporalización puede ser modificada en función de las necesidades específicas de cada clase. Los diferentes bloques de actividades (inicial, de implementación y final) también podrían desarrollarse como bloques separados al inicio de curso (el bloque inicial), en mitad del mismo (el bloque de implementación) y dejar el bloque final para el final de curso. No se recomienda cambiar el orden de los bloques, puesto que están pensados para ser realizados de forma secuencial.

Durante la fase inicial, se presentarán los objetivos generales del proyecto y el producto final. Se trabajarán los bloques de contenidos relativos a la química en la sociedad y el medio ambiente, y se hará especial hincapié en la consolidación de los grupos cooperativos, mediante actividades encaminadas a ese fin.

En la segunda fase del proyecto, la fase de implementación, se definirá el proyecto y se pondrá en marcha. Esta segunda fase es la que más carga horaria tiene y, durante ella, se trabajarán los contenidos curriculares más representativos del Bloque 3 y del Bloque 1, por lo que es una fase que tiene especial importancia en el resultado del producto final.

En la fase final, se compartirán los resultados del proyecto con toda la comunidad educativa, y se invitará a agentes sociales para establecer alianzas que garanticen la continuidad del proyecto. También se dedicará una sesión a reflexionar sobre lo que se ha aprendido y sobre cuáles han sido los puntos fuertes y los aspectos que mejorar, y en esa sesión, el alumnado completará el cuestionario de satisfacción (Anexo 8).

## 5. EVALUACIÓN

La evaluación tiene como objeto comprobar si se ha logrado cumplir con los objetivos del proyecto, pero, además, sirve para detectar las posibles carencias, y funciona como una guía para solventarlas. Para ello, se evaluarán los siguientes aspectos: el proyecto en sí, a través del logro o no de los objetivos específicos, la consecución de los objetivos de aprendizaje por parte del alumnado y el desempeño de la labor docente.

En primer lugar, se evaluará el grado en que se ha logrado el objetivo general del proyecto, mediante la evaluación del cumplimiento de los objetivos específicos (OEs). Para ello, se utilizará una rúbrica (Anexo 7) en la que se valorará del 1 al 4 la consecución de cada uno de los objetivos específicos, siendo el 1 que no se ha logrado o que se ha logrado en grado mínimo y el 4 que se ha logrado totalmente. Esta rúbrica debe ser utilizada por todos los miembros del equipo docente que hayan participado en el proyecto, pero especialmente por los docentes del Departamento de Física y Química. Además, se utilizarán ciertos ítems del Cuestionario de satisfacción final del alumnado (Anexo 8), para evaluar el grado en el que el alumnado está satisfecho con la metodología, los contenidos y la organización del proyecto.

Para la evaluación del alumnado, se utilizarán la rúbrica de heteroevaluación de producciones escritas (Anexo 3) y la rúbrica de coevaluación de trabajo en grupo (Anexo 4) durante distintos momentos del desarrollo de las actividades, según se especifica en las mismas. Se evaluarán diferentes producciones escritas a lo largo del proyecto, por parte del profesor, para verificar que se están adquiriendo los contenidos. Con respecto a la coevaluación, ésta también será utilizada en casi todas las actividades del proyecto ya que al tratarse de actividades en grupo cooperativo es importante que los miembros de los grupos formen parte de su propio proceso de evaluación, y que su participación dentro del grupo sea una parte fundamental de la evaluación global de cada alumno.

Con respecto a la evaluación del profesorado, el docente tiene un rol crucial en la implementación con éxito del proyecto, ya que es el principal responsable de llevarlo a cabo. Las metodologías activas implican un cambio de

rol en el docente, que se convierte en un guía del aprendizaje. Este rol es un rol muy complejo porque el docente tiene que ser capaz de darse cuenta, muchas veces sobre la marcha, de si el alumnado está comprendiendo suficientemente las indicaciones para el desarrollo del proyecto, así como de si está comprendiendo los contenidos o necesita explicaciones y recursos extra. Por todo ello, la evaluación del docente se convierte en un aspecto fundamental en las metodologías activas y, en concreto en el ABP. Para la evaluación del profesorado se recomienda la utilización del Cuestionario de satisfacción del alumnado (Anexo 8). Este cuestionario está diseñado para que pueda aplicarse en diferentes momentos del proyecto, si se cree conveniente.

A continuación (Tabla 4), se incluye una tabla resumen con las herramientas para la evaluación de los distintos aspectos y agentes del proyecto especificando quién realiza la evaluación y con qué materiales.

**Tabla 4.**

*Resumen de las herramientas para la evaluación del proyecto.*

	<b>PROYECTO</b>		<b>ALUMNADO</b>		<b>DOCENTE</b>
<b>QUIÉN</b>	Alumnado	Docente	Alumnado	Docente	Alumnado
<b>CON QUÉ</b>	Cuestionario de satisfacción (Anexo 8)	Rúbrica de evaluación de los OEs (Anexo 7)	Rúbrica de evaluación de trabajo en grupo (Anexo 4)	Rúbrica de evaluación de producciones escritas (Anexo 3)	Cuestionario de satisfacción (Anexo 8)

Fuente: Elaboración propia.

## 6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL

Vivimos en un mundo en constante cambio, con importantes cuestiones científicas y sociales, que requieren respuestas complejas y urgentes. Hacer ver al alumnado que, a través de la física y la química, puede comprenderse mejor cómo funciona nuestro mundo y, por ende, idear estrategias para intentar mejorarlo, ha sido la principal motivación, a la hora de realizar este proyecto. En mi opinión, es aquí donde los docentes podemos aportar nuestro granito de arena, convirtiendo las materias del currículo en fuentes de acción social, que mejoren problemáticas como, por ejemplo, la gestión de los recursos y la sostenibilidad abordadas en este proyecto.

Uno de los principales problemas para lograrlo, tal y como indicaba en la justificación, es que el alumnado se encuentra desmotivado y tiene poco interés en la asignatura de Física y Química. Precisamente para intentar mejorar este aspecto, se ha propuesto una metodología activa en la que el alumnado es el protagonista de su propio aprendizaje y no un receptor pasivo. También se ha hecho especial hincapié en la creación de grupos cooperativos porque éstos, frente al trabajo individual, aportan una serie de ventajas y, además, el alumnado lo prefiere.

Otra de las herramientas que se ha utilizado para intentar aumentar la motivación del alumnado es la propia metodología del proyecto. Para implementar el Aprendizaje por Proyectos (ABP), se requieren una serie de pasos que implican una serie de acciones y el desarrollo de un producto final. La implementación de esta metodología en una asignatura como Física y Química ha sido todo un reto, porque ésta es una de las asignaturas en las que los contenidos curriculares tienen menos flexibilidad, ya que, de su correcto aprendizaje, en muchas ocasiones, depende el desempeño en niveles superiores. Integrar los contenidos, sin perder de vista las fases del proyecto, ha sido una tarea muy compleja. La metodología ABP implica que el docente sea un guía del aprendizaje y el alumnado, protagonista y para ejercer de guía, el docente debe tener “el mapa” del proyecto y de sus objetivos muy claro.

Para conseguir la implicación del alumnado, el proyecto elegido ha querido acercar una problemática actual, la del reciclaje y reutilización de residuos orgánicos, para dirigirnos hacia un planeta más sostenible, problemática que el alumnado comparte y hace suya. Con la presentación del proyecto en la fase final, se incentiva al alumnado a hacer su trabajo lo mejor posible ya que, además, éste tiene un objetivo social que va más allá de él mismo, como es la donación del humus de lombriz recolectado a los huertos y jardines públicos del municipio. Y no solo eso, sino que al invitar a toda la comunidad educativa a la presentación y, posteriormente, guiarles a través de todas las fases por las que ha pasado el proyecto siendo ellos los “profesores”, se consigue que el alumnado se motive aún más y mejora el clima del centro.

Con respecto al aprendizaje de contenidos curriculares, la química tiene múltiples aplicaciones en la vida diaria. Una gran parte de la vida actual se explica gracias a las reacciones químicas y al uso controlado de las mismas por el ser humano, para mejorar la calidad de vida. Sin embargo, la industria química también tiene sus riesgos. Compuestos químicos como el dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno, los CFC y otros gases de efecto invernadero, tienen un impacto medioambiental. Mediante esta secuencia de actividades el alumnado será capaz de identificar los beneficios y los riesgos de la industria química proponiendo medidas y actitudes para mitigarlos y será capaz de entender los procesos fisicoquímicos que subyacen a la creación de humus de lombriz. Además, el aumento de la motivación y la implicación en el propio aprendizaje consigue que los contenidos se aprendan de manera significativa, relacionándose con los que el alumno ya posee. En el caso que nos ocupa, el hecho de haber entendido los cambios físicos y químicos y las reacciones y cálculos estequiométricos asociados a la lombricultura, ha facilitado el aprendizaje y facilitará la transferencia del mismo en cursos superiores. Además, la adquisición de conocimientos se ve favorecida con recursos como las TIC, herramientas que normalmente el alumnado domina, pero a las que se les da un uso formativo, en vez de utilizarse exclusivamente para el ocio.

En mi opinión, la mayor fortaleza de este proyecto y que, a la vez, podría hacer más compleja su implementación, es la cantidad de conocimientos que se obtienen llevándolo a la práctica. Así, el alumnado aprende los contenidos

curriculares, pero, además, aprende a gestionar proyectos, a relacionarse en grupo, a ser responsable de sus propias acciones y aprende también una técnica, que puede utilizar en su propia casa para reciclar sus propios restos orgánicos y convertirlos en abono. Se espera que también, el uso de esta metodología mejore el clima de la clase y desarrolle la autoestima y la confianza del alumnado en sus propias capacidades. Otro punto positivo para tener en cuenta es que la creación del grupo cooperativo no está basado en los intereses del alumno, sino en determinadas características del alumnado, lo que convierte a los grupos en heterogéneos. Acostumbrarse y lidiar con las situaciones que se producen al trabajar en grupos que cuyos componentes no se han elegido voluntariamente, reproduce las condiciones laborales en la que la mayoría nos encontramos, y a las que nuestro alumnado tendrá que enfrentarse el día de mañana.

Con respecto a la viabilidad del proyecto, la puesta en marcha de este es una tarea compleja que, en varias ocasiones, requiere la colaboración de varios docentes, para que funcione y puede implicar la coordinación de varias materias. Además, supone el esfuerzo extra de adquirir conocimientos de vermicultura y un espacio en el centro en el que pueda llevarse a cabo, y también el compromiso de mantener alimentadas las lombrices todo el curso escolar e, idealmente durante el verano. Sin embargo, al ser un proyecto que puede llevarse a cabo en diferentes niveles educativos e incluso en asignaturas diferentes a Física y Química como, por ejemplo, Biología, se podrían llegar a acuerdos entre personal docente para su mantenimiento y continuidad.

Finalmente, tal y como he expresado anteriormente, la puesta en práctica de un proyecto así es todo un reto, pero creo que compensa el esfuerzo ya que, aunque el tema de la vermicultura es muy concreto, en realidad es a la vez muy versátil y su implementación tiene muchas ventajas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N.G., Mamlok-Naam, R., Niaz, M., Treagust, D. y Tuan, H.L. (2004). Inquiry in Science Education: International Perspectives. *Science Education*, 28(3), 397-419. <https://doi.org/10.1002/sce.10118>
- Antón, Á. y Sánchez, M. (2020). Metodología mixta Flipped Classroom y Aprendizaje Basado en Proyectos para el aprendizaje de la geometría analítica en Secundaria. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 38(2), 135-156. <https://doi.org/10.14201/et2020382135156>
- Balcells, M. (2014). El trabajo por proyectos: una metodología global. *Cuadernos de pedagogía*, 450, 22-26. <http://hdl.handle.net/11162/107422>
- Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. *High Education* 32, 347–364. <https://doi.org/10.1007/BF00138871>
- Blumenfeld, P.C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J.S., Guzdial, M. y Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning, *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Calero, B., Martínez F. y Morales, A. (2009). Premisas técnicas para el desarrollo óptimo del sistema de lombricultura. *ACTAF. Instituto de Suelos. Agricultura Orgánica*, 1(15), 35-37.
- Del Pozo Andrés, M.d.M. (2002). El movimiento de la Escuela Nueva y la renovación de los sistemas educativos. En A. Triana, G. Ossenbach, y F. Sanz, *Historia de la Educación*, 179-205. Madrid: UNED.
- Domínguez, J. y Pérez Díaz, D. (2011). Desarrollo y nuevas perspectivas del Vermicompostaje, Manual de Gestión de Residuos Orgánicos de uso Agrícola. <http://jdguez.webs.uvigo.es/wp-content/uploads/2011/12/Desarrollo-y-nuevas-perspectivas-del-Vermicompostaje.pdf>



- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI. Revista de la facultad de Educación*, 24 (1), 35-56. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/152/135>
- García Martín, J. y Pérez Martínez, J. E. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 10, 37-63. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.194>
- Garrigós Sabaté, J. y Valero García, M. (2012) Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Júlia. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 10(3), 125-151.
- Guilar, Moisés Esteban. (2009). Las ideas de Bruner: De la revolución cognitiva a la revolución cultural. *Educere*, 13(44), 235-241.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., y Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277 <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kolmos, A., Hadgraft, R. G. y Holgaard, J. E. (2015). Response strategies for curriculum change in engineering. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 1-21. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10798-015-9319-y.pdf>
- Luelmo del Castillo, M. J. (2018). Origen y desarrollo de las metodologías activas dentro del sistema educativo español. *Encuentro: revista de investigación e innovación en la clase de idiomas*, 27, 4-21.
- Martí, J.A., Heydrich, M., Rojas, M., y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21. <https://www.redalyc.org/pdf/215/21520993002.pdf>
- Molina, M. P. (2019). El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la formación metodológica del profesorado del Grado de Educación Primaria. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 37(1), 123-137. <https://doi.org/10.14201/et2019371123137>

Pons Parra, R. M., y Serrano González-Tejero, J. M. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1),1-27. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15519374001>

Prince, J.M. y Felder, M.R. (2006) Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95, 123-138. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>


Rodríguez García, A. (2021). *Metodologías activas: utilización del profesorado, eficacia e influencia en el rendimiento académico del alumnado*. [Tesis doctoral, Universidad de León]. <https://hdl.handle.net/11162/216253>

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Vídeo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030

Se proyectará el siguiente vídeo <https://www.youtube.com/watch?v=MCKH5xk8X-g> de 6 minutos de duración.

### Anexo 2. Roles dentro del grupo cooperativo

ROL	TAREAS	SÍMBOLO
PORTAVOZ	Representante público del equipo. Difunde y transmite la información que se genera dentro del grupo	
SUPERVISOR	Supervisa el tono de voz y que todo el mundo participe. Controla los tiempos y custodia los materiales. Vigila que todo quede recogido.	
COORDINADOR/A	Distribuye las tareas. Tiene claras las tareas que hace su equipo en todo momento.	
SECRETARIO/A	Documenta lo que pasa en el grupo. Recuerda las tareas pendientes y los compromisos individuales y grupales. Controla que todo el mundo haga el trabajo.	

### Anexo 3. Rúbrica de heteroevaluación de producciones escritas

	Sobresaliente	Notable	Suficiente	Suspenso	
PRESENTACIÓN	Incluye datos de identificación de la asignatura, del profesor/a y del grupo. Entrega la producción escrita en el plazo establecido.	Incluye parcialmente los datos de identificación de la asignatura, del profesor/a y del grupo.	Faltan datos de identificación	No incluye datos de identificación	10%
ORGANIZACIÓN	La producción respeta los apartados sugeridos o está bien estructurada	La producción respeta los apartados sugeridos, pero hay confusión en los contenidos que aparecen en cada apartado	Los contenidos presentados no se corresponden con los apartados sugeridos y hay confusión en los contenidos.	La producción no está estructurada.	25%
CONTENIDOS	La producción escrita demuestra que se han asimilado los contenidos	La producción escrita demuestra parcialmente que se han asimilado los contenidos	La producción escrita no demuestra una asimilación completa de los contenidos	La producción escrita demuestra que no se han asimilado los contenidos	30%
SELLO PERSONAL	La producción cuenta con un sello personal en forma de reflexión personal acerca de las implicaciones personales de lo aprendido	La producción cuenta con un sello personal pero este no se relaciona con los contenidos de manera clara	La producción no cuenta con un sello personal en forma de reflexión, pero sí con una generalización de los contenidos a otros aprendizajes	La producción no demuestra sello personal ni generalización de los contenidos a otros aprendizajes	15%
PUNTUALIDAD	Entrega la producción escrita en el plazo establecido	Solicita ampliar el plazo para entregar la producción y la entrega en el plazo ampliado	No solicita ampliar el plazo y entrega tarde la producción	No entrega la producción hasta que no se la pedimos	20%

**Anexo 4. Rúbrica de coevaluación de trabajo en grupo**

	Sobresaliente	Notable	Suficiente	Suspenso	
PARTICIPACIÓN Y COLABORACIÓN	Ha participado de forma muy activa, ha colaborado y ayudado al resto de compañeros/as	Ha participado activamente en las tareas, colaborando con el resto de sus compañeros	Ha participado en algunas tareas y ha colaborado poco con el resto de compañeros/as	Su participación ha sido escasa y no ha habido colaboración con el resto del equipo	25%
DISTRIBUCIÓN DE LAS TAREAS	Ha trabajado más que el resto y le ha sobrado tiempo para ayudar	Su carga de trabajo es semejante a la del resto	Realiza menos tareas que el resto de sus compañeros/as	Realiza muy pocas tareas en comparación con el resto de los compañeros	25%
INTERACCIÓN ENTRE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO	Ha mostrado una actitud positiva y respetuosa hacia los compañeros/as	La actitud general ha sido positiva y de respeto	No siempre ha mostrado una actitud positiva y de respeto	Su actitud es negativa y de poco respeto	25%
ROLES Y RESPONSABILIDADES	Ha asumido su rol de forma adecuada y se ha responsabilizado de sus tareas	Ha asumido su rol y la mayor parte de las tareas asignadas	No ha asumido su rol adecuadamente y no se han realizado las tareas de forma correcta	No ha asumido su rol ni las tareas asignadas, teniendo que ser asumidas por otros compañeros/as	25%

**Anexo 5. Ficha ¿productos sintéticos o naturales?**

¿Sintético o natural?

Si hiciéramos la compra en un supermercado del siglo XV ¿cuáles de estos productos podríamos encontrar?



## Anexo 6. Ficha de ejercicios

1. Explica la diferencia entre un proceso físico y un proceso químico en la vermicultura y pon un ejemplo de cada uno de ellos.

2. ¿Qué se entiende por reacción química? ¿Qué fenómenos en la vermicultura nos indican que está ocurriendo una reacción química? Pon ejemplos de ellos señalando los reactivos y los productos

3. Identifica en la siguiente ecuación química:

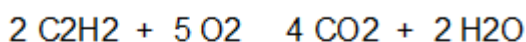


1. los reactivos
2. los productos
3. los coeficientes estequiométricos

4. Ajusta cada una de las ecuaciones químicas con el coeficiente estequiométrico que falta:

- a)  $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$
- b)  $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
- c)  $4 \text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- d)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{C} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{CO}$

5. Indica si para esta ecuación química:



Son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones.

- a) Al hacer reaccionar 2 g de  $\text{C}_2\text{H}_2$  con 5 g de  $\text{O}_2$  se obtienen 4 g de  $\text{CO}_2$  y 2 g  $\text{H}_2\text{O}$ .
- b) Por cada molécula de  $\text{C}_2\text{H}_2$  que reacciona se forma una molécula de agua.
- c) Por cada dos moles de  $\text{C}_2\text{H}_2$  que reaccionan se necesitan cinco moles de  $\text{O}_2$ .
- d) Se necesitan 5 moléculas de  $\text{O}_2$  para obtener 4 moles de  $\text{CO}_2$ .

6. Compara la producción de humus de la vermicompostadora alojada en el patio con la del laboratorio/aula. ¿En cuál de las dos los residuos orgánicos se han descompuesto antes? Piensa en los factores que influyen en la velocidad de reacción: concentración, división y temperatura y determina cuál de ellos ha podido tener un mayor impacto. Justifica tu respuesta.

**Anexo 7. Rúbrica para la evaluación de los objetivos específicos**

Objetivos específicos	Criterios de evaluación	4	3	2	1
OE1	Dar herramientas al alumnado para distinguir los cambios físicos y químicos a través del proceso de la elaboración de humus de lombriz				
OE2	Comprender el concepto de reacción química y los cálculos estequiométricos, mediante actividades aplicadas				
OE3	Llevar al aula metodologías activas para aumentar el interés del alumnado por los contenidos de la asignatura de Física y Química de 3º de ESO				
OE4	Capacitar al estudiante para entender la problemática de la acumulación de los residuos orgánicos domésticos y proponer una solución a partir de la lombricultura.				
OE5	Favorecer el aprendizaje por parte del alumnado de la técnica de lombricultura, como propuesta a la gestión de residuos orgánicos domésticos.				



### Anexo 8. Cuestionario de satisfacción del alumnado

Cuestionario de satisfacción para el alumnado	
Valora los siguientes aspectos del 1 al 5 siendo 1 “nada de acuerdo” y 10 “totalmente de acuerdo”	
Las actividades me han resultado muy difíciles	
El profesor ha explicado lo que había que hacer y cómo hacerlo	
Sé cómo van a evaluar las actividades presentadas	
El proyecto ha ayudado a aumentar mi motivación por la asignatura	
Creo que trabajar por proyectos facilita el aprendizaje de los contenidos	
Ahora sé más de física y de química	
Ahora me gusta más la asignatura de Física y Química	
Las actividades se han desarrollado en un periodo adecuado de tiempo	
Considero que además de los contenidos he aprendido habilidades	
Me ha gustado trabajar en grupo	
Quiero seguir trabajando por proyectos	
El profesor ha facilitado los materiales necesarios	
¿Algo más que decir? Escríbelo aquí:	