

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

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

**El Aprendizaje Basado en Proyectos y el
huerto escolar en Biología y Geología de
4º de ESO**

Trabajo fin de estudio presentado por:	Paio Gil Cerviño
Tipo de trabajo:	Propuesta de intervención
Especialidad:	Biología y Geología
Director/a:	Jesús Merchán Rubira
Fecha:	30 del 06 de 2021

Resumen

El planeta se enfrenta actualmente a una crisis climática y medioambiental con consecuencias devastadoras que comprometen el futuro de los seres humanos y los ecosistemas. En este sentido, se hace necesario trabajar desde distintos ámbitos en favor de la sostenibilidad. Por tanto, la educación en el ámbito de las ciencias, será clave para encontrar las soluciones que mitiguen los efectos derivados del consumo insostenible de recursos y la utilización irresponsable de productos químicos.

Sin embargo, el rendimiento en ciencias del alumnado y la matriculación en estudios de ámbito científico, se encuentra en retroceso en los últimos años. Por ello, en este Trabajo de Fin de Máster, se presenta una propuesta motivadora con un enfoque agroecológico que permite impartir contenidos relacionados con el *Bloque 3. Ecología y medio ambiente* y el *Bloque 4. Proyecto de investigación* de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO.

La unidad didáctica diseñada: *Nuevas tendencias de la agricultura*, se basa en una metodología activa como el Aprendizaje Basado en Proyectos y emplea el recurso del huerto escolar. La investigación en didáctica de las ciencias demuestra que, ambos en conjunto, forman un equipo potente, capaz de motivar al alumnado y favorecer en el mismo un aprendizaje competencial que permita afrontar los retos educativos y medioambientales del siglo XXI.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, huerto escolar, proyecto de investigación, ecología y medio ambiente, 4º de ESO.

Abstract

The planet is currently facing a climate and environmental crisis with devastating consequences that compromise the future of humans and ecosystems. As a consequence, it is necessary to work in different areas towards sustainability. Therefore, science education is fundamental to find solutions that mitigate the effects derived from the unsustainable consumption of resources and the irresponsible use of chemical products.

However, both students' achievement in science as well as enrolment in scientific degrees have been in decline in recent years. These are the reasons that drive this Master's Thesis, which proposes a motivating teaching sequence based on an agroecological approach. The proposal covers *Content area 3. Ecology and environment* and *Content area 4. Research project*, included in the Biology and Geology curriculum of 4th ESO.

The teaching unit designed: *New trends in agriculture*, is based on an active methodology such as Project-Based Learning and uses the school garden as an educational resource. Research in science education has shown that, together, they are a powerful tool, capable of motivating students and fostering competency learning that allows them to face the educational and environmental challenges of the 21st century.

Keywords: Project Based Learning, school garden, research project, ecology and environment, 4th ESO.

Índice de contenidos

1.	Introducción	8
1.1.	Justificación.....	9
1.2.	Planteamiento del problema	12
1.3.	Objetivos	12
1.3.1.	Objetivo general	12
1.3.2.	Objetivos específicos	12
2.	Marco teórico.....	13
2.1.	Aprendizaje Basado en Proyectos	13
2.1.1.	Origen del ABP.....	13
2.1.2.	Características del ABP	14
2.1.3.	Elementos fundamentales del ABP	17
2.1.4.	Papel del alumnado y del docente	20
2.1.5.	Ventajas e inconvenientes del uso de la metodología ABP	22
2.1.6.	Evaluación en ABP	24
2.1.7.	Instrumentos de evaluación en ABP.....	25
2.2.	Huerto escolar como recurso	26
2.2.1.	Beneficios e inconvenientes del huerto escolar.....	27
2.3.	Experiencias en torno al ABP y al huerto escolar	29
3.	Propuesta de intervención	30
3.1.	Presentación de la propuesta	30
3.2.	Contextualización.....	31
3.2.1.	Entorno y características del centro educativo.....	31

3.2.2.	Alumnado	32
3.2.3.	Marco legislativo	33
3.3.	Intervención en el aula	34
3.3.1.	Objetivos.....	34
3.3.2.	Competencias	36
3.3.3.	Contenidos.....	38
3.3.4.	Metodología	39
3.3.5.	Cronograma	41
3.3.6.	Secuencia de actividades.....	42
3.3.7.	Recursos.....	55
3.3.8.	Evaluación.....	56
3.4.	Evaluación de la propuesta.....	60
4.	Conclusiones.....	62
5.	Limitaciones y prospectiva	67
	Referencias bibliográficas.....	69
Anexo A.	Reflexión personal evaluable	79
Anexo B.	Cuestionario de coevaluación y autoevaluación del trabajo en grupo	80

Índice de figuras

Figura 1. Evolución del rendimiento medio en ciencias en España y OCDE obtenido en últimos informes PISA.....	11
Figura 2. Reformulación actual del ABP desde The Project Method (1918).....	15
Figura 3. Elementos esenciales en un proyecto ABP de calidad.	17

Índice de tablas

Tabla 1. Objetivos de etapa a los que contribuye la propuesta de intervención.	35
Tabla 2. Competencias trabajadas mediante la propuesta didáctica.	37
Tabla 3. Relación entre los elementos curriculares del Bloque 3.	38
Tabla 4. Relación entre los elementos curriculares del Bloque 4.	38
Tabla 5. Temporalización y resumen de las actividades de la propuesta de intervención.	41
Tabla 6. Características de la Actividad 0.	42
Tabla 7. Características de la Actividad 1.	45
Tabla 8. Características de la Actividad 2.	47
Tabla 9. Características de la Actividad 3.	50
Tabla 10. Recursos necesarios para el desarrollo de la unidad didáctica.	55
Tabla 11. Criterios de calificación de la propuesta de intervención.	56
Tabla 12. Rúbrica de heteroevaluación del informe y el póster científico.	57
Tabla 13. Rúbrica de heteroevaluación del póster de la red trófica y el organismo de lucha biológica. Rúbrica de heteroevaluación del trabajo en grupo y la exposición oral.	58
Tabla 14. Rúbrica de heteroevaluación del trabajo en grupo y la exposición oral.	59
Tabla 15. Matriz DAFO de la viabilidad de la propuesta de intervención.	60
Tabla 16. Cuestionario para la futura evaluación de la propuesta por parte del alumnado. ..	61
Tabla 17. Cuestionario para la futura evaluación de la propuesta por parte del profesorado.	61

1. Introducción

En el marco de la Cumbre de Acción Climática 2019 el Secretario General de la ONU pronunciaba el siguiente discurso:

Queridos amigos,

La ciencia nos dice que en nuestro camino actual, enfrentamos al menos 3 grados Celsius de calentamiento global para fines de siglo. Yo no estaré allí, pero mis nietas sí. Y tus nietos también. Me niego a ser cómplice de la destrucción de su hogar y único hogar. No seré un testigo silencioso del crimen de condenar nuestro presente y destruir su derecho a un futuro sostenible. Es mi obligación, nuestra obligación, hacer todo lo posible para detener la crisis climática antes de que nos detenga. Se acaba el tiempo. Pero no es muy tarde. Entonces, escuchemos los llamamientos de líderes sabios, religiosos, empresarios y especialmente jóvenes que están tomando las calles para exigir que cambiemos nuestra relación con la naturaleza ahora. Atemos nuestras zapatillas para correr y ganemos la carrera climática para todos nosotros.

Gracias (Guterres, 2019, párrafo 55).

Nuestro modo de vida y el imparable crecimiento de la población mundial han provocado una crisis ambiental con consecuencias devastadoras para el planeta que compromete seriamente el futuro de las generaciones venideras (Naciones Unidas-Cepal, 2016). En consonancia con lo anterior, el consumo insostenible de recursos y el empleo irresponsable de productos químicos han derivado en una degradación del medio ambiente sin precedentes. La pérdida de biodiversidad, la deforestación, la desertización, la contaminación del aire, la tierra y el agua, los episodios meteorológicos extremos, las hambrunas y los conflictos por los recursos no parecen ver su fin.

En este contexto, se hace necesario actuar en conjunto desde distintos ámbitos para crear un futuro sostenible a largo plazo en el que el ser humano y su entorno alcancen un equilibrio. La educación será, pues, la base fundamental que permitirá generar en la sociedad los cambios necesarios para lograr este objetivo (Severiche-Sierra *et al.*, 2016).

1.1. Justificación

El presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) consiste en una propuesta de intervención diseñada para abordar, desde un enfoque agroecológico, contenidos del Bloque 3. (Ecología y medio ambiente) y del Bloque 4. (Proyecto de investigación) determinados por el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, para la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO. Por tanto, el huerto escolar como recurso didáctico, cobra una especial relevancia en esta propuesta fundamentada en la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

En el anterior apartado se han descrito brevemente gran parte de las causas de la actual crisis ambiental. A continuación, en concordancia con la perspectiva de la propuesta, se exponen ciertos aspectos del actual modelo agrícola que contribuyen a la citada crisis y las medidas institucionales que se están llevando a cabo en la Unión Europea (UE).

Una cuarta parte de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por las actividades humanas que contribuyen al cambio climático derivan de la agricultura intensiva (Saynes Santillán *et al.*, 2016). Además de gases como el CO₂ y el CH₄ principalmente procedente de las actividades ganaderas, el N₂O, resultante de la combustión de biomasa, de las deyecciones animales (Montzka *et al.*, 2011) y del empleo excesivo de fertilizantes nitrogenados (Snyder *et al.*, 2009), representa la mitad de los GEI emitidos por el sector agrícola (Saynes Santillán *et al.*, 2016). Cabe resaltar que el potencial de calentamiento del óxido nitroso es del orden de 300 veces superior al del CO₂ (IPCC, 2013). Por tanto, se hacen necesarios cambios en los hábitos de fertilización hacia prácticas agroecológicas más sostenibles que permitan mitigar el cambio climático.

Por otro lado, se estima que las actividades agrícolas a nivel mundial emplean anualmente un total de 115 millones de toneladas solamente de abonos minerales nitrogenados y 4,6 millones de toneladas de fitosanitarios químicos que terminan por contaminar el agua y ponen en riesgo la salud, tanto humana como de los ecosistemas (Marjani, 2018). A fin de revertir esta situación, el *Pacto Verde Europeo* desarrollado por la Comisión Europea, propone una hoja de ruta con una serie de acciones clave con el fin de

crear una economía sostenible en la UE, entre las que se encuentra la *Estrategia de la granja a la mesa*, que pretende una reconducción de las actuales prácticas agrícolas hacia modelos más sostenibles como la agricultura ecológica o la agroecología (Comisión Europea, 2019). En el marco de esta estrategia, se tomarán medidas para conseguir una reducción del uso de plaguicidas químicos y peligrosos hasta el 50%, una disminución del uso de fertilizantes en un 20% y un aumento de la superficie dedicada a la agricultura ecológica hasta el 25% del total de la UE en 2030 (Comisión Europea, 2020). En esta línea de objetivos, el Fondo Europeo de Garantía Agrícola (FEGA) de la Política Agraria Común (PAC) ha condicionado el cobro de las ayudas denominadas *pagos verdes* a la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles por parte de los agricultores (Ministerio de Pesca, Agricultura y Alimentación, 2020).

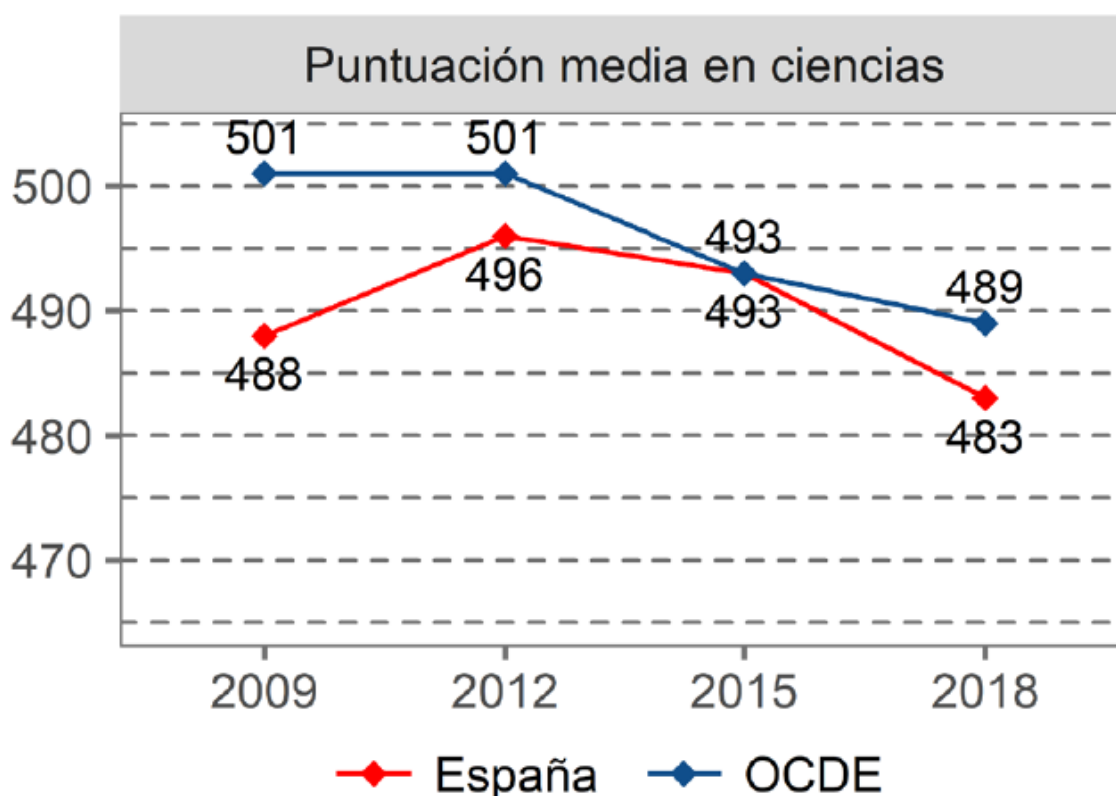
En conclusión, el sector agroalimentario mundial y concretamente el de la UE, deberá hacer frente a un cambio en sus prácticas hacia modelos de agricultura más respetuosos con el medio ambiente en un horizonte cercano. Este hecho, sumado a la creciente demanda de alimentos a nivel mundial y a los efectos del cambio climático en la producción de los mismos, supondrá un reto tanto para los agricultores, como para los profesionales del ámbito STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) que tratarán de dar respuestas a los desafíos que se presentan.

En este sentido, se hace patente que la formación en el ámbito científico tecnológico será clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que garanticen una producción de alimentos sin comprometer al medio ambiente (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2020). Sin embargo el interés que muestra el alumnado de secundaria por la ciencia y la tecnología, y la elección posterior por parte del mismo de profesiones vinculadas a estas áreas de conocimiento, sufre un retroceso en los últimos años (Rochera *et al.*, 2019).

Los resultados arrojados en el informe PISA (Programme for International Student Assessment) realizado en 2018 confirman esta tendencia en el alumnado español. Solamente un tercio de los alumnos y un quinto de las alumnas con un alto rendimiento en materia científica en segundo ciclo de ESO, espera ejercer a la edad de 30 años como científico o ingeniero (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2019). En cuanto al

rendimiento académico medio en ciencias, cabe destacar que este ha disminuido en aproximadamente 9,5 puntos desde la anterior prueba PISA, además es menor a la media de la OCDE (ver Figura 1) y los estudiantes que han puntuado en un nivel de 5 o más solo llegan al 4% frente al 7% de la media de la OCDE (Ministerio de Educación y Formación profesional, 2019).

Figura 1. Evolución del rendimiento medio en ciencias en España y OCDE obtenido en últimos informes PISA.



Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2019.

Estos resultados muestran que la mayoría de los alumnos de 4º de ESO no desarrolla completamente la competencia científica que facilitaría su posterior matriculación en estudios de ámbito científico. Esto se debe en parte a la falta de motivación del alumnado por el aprendizaje de las ciencias, tanto por la insuficiente habilidad docente para crear contextos de aprendizaje creativos (European Commission, 2014), como por la ausencia de funcionalidad de los conocimientos transmitidos (Rivero & Wamba, 2011).

1.2. Planteamiento del problema

En el anterior epígrafe se exponen tanto una problemática medioambiental a la que la humanidad debe hacer frente, como una problemática metodológica en la enseñanza de las ciencias que reduce el interés y rendimiento del alumnado en este campo de estudio. Con el fin de abordar ambas problemáticas, esta propuesta de intervención pretende despertar la motivación y el interés del alumnado por la materia de Biología y Geología de 4º de ESO y por cuestiones medioambientales, a través de una metodología activa como el ABP y empleando el huerto escolar como recurso. Como fuente de motivación se presenta una problemática real y contextualizada en el entorno del centro con enfoque agroecológico, que los alumnos deben resolver mediante el método científico.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de intervención motivadora para el alumnado que permita impartir contenidos de los bloques de ecología y medio ambiente, y proyecto de investigación, en la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO, a través de la metodología ABP y el huerto escolar como recurso principal.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Analizar la problemática medioambiental y su relación con el modelo agrícola actual.
2. Indagar sobre el interés que muestra y el rendimiento obtenido por el alumnado de segundo ciclo de ESO, en materia de ciencias.
3. Realizar una revisión bibliográfica sobre la metodología ABP y el huerto escolar como recurso para la enseñanza de las ciencias.
4. Diseñar las actividades de la propuesta intervención que contribuyan a la alfabetización científica del alumnado mediante el empleo de la investigación, a la vez que permitan transmitir los contenidos vinculados a las relaciones entre los seres vivos y el medio.
5. Diseñar las herramientas de evaluación de la propuesta de intervención.

2. Marco teórico

2.1. Aprendizaje Basado en Proyectos

2.1.1. Origen del ABP

En la actualidad se hacen necesarias propuestas pedagógicas innovadoras que motiven y preparen al alumnado para los retos del s. XXI. Es por ello que el desarrollo de metodologías activas como el ABP, la clase invertida o el aprendizaje cooperativo entre otras, se encuentra en expansión en todas las etapas educativas. En este aspecto, el ABP parece ser la metodología innovadora preferente en los centros educativos (Torrego & Méndez, 2018). Prueba de ello es la gran cantidad de publicaciones, cursos de formación para profesorado que se ofrecen desde las administraciones educativas y universidades en materia de ABP; así como los proyectos y recursos difundidos en la red por numerosos docentes (Trujillo, 2017).

Sin embargo el ABP no debiera ser considerado una innovación *per se*, dado que su origen se remonta a mediados del s. XIX. Momento histórico en el que algunos docentes, por requerimientos de la nueva modernidad, decidieron enfatizar en el desarrollo de capacidades y destrezas en detrimento del aprendizaje memorístico (Antelo *et al.*, 2016). Concretamente, esta metodología de base teórica constructivista, se materializa con la publicación de la obra de William Heard Kilpatrick, *The Project Method (El Método de Proyectos)* en el año 1918 (Mitchell *et al.*, 2020; Travieso & Ortiz, 2018). La enseñanza por proyectos se perfila entonces como un método que prioriza el *aprender haciendo*, en el que el alumnado, mediante el trabajo en grupo y de forma autónoma, debe resolver determinadas problemáticas o tareas en contextos reales. Este proceso de aprendizaje, denominado proyecto, surgía de las necesidades sociales y por tanto de los intereses del alumnado (Antelo *et al.*, 2016; Miñana, 1999; Travieso & Ortiz, 2018).

El ABP tampoco es una novedad en España. Esta metodología ya se contemplaba en proyectos pedagógicos como la Institución Libre de Enseñanza o la Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas hasta la caída de la II República. No obstante, la Guerra Civil y la dictadura franquista acabaron posteriormente con cualquier esbozo de innovación pedagógica, entre los que se encontraba el método de Kilpatrick (Trujillo, 2017).

Por tanto el ABP, una metodología innovadora centenaria, es actualmente recuperada por el profesorado como vía de aprendizaje activo, en el que el alumnado como agente transformador del entorno, adquiere conocimientos afrontando retos (Trujillo, 2017).

2.1.2. Características del ABP

El ABP supone una mudanza de paradigma metodológico respecto al modelo tradicional de clases expositivas en el que el alumnado se comporta de forma pasiva como receptor de contenidos. Cabe destacar que tras un siglo de existencia, el significado del ABP ha ido reformulándose, y en el marco de esta metodología, acrecentando la dificultad de comprensión entre términos, se engloban otras metodologías que comparten una serie de características (Domènech-Casal, 2018):

- El proceso de enseñanza se enmarca dentro de un contexto o situación problemática.
- El aprendizaje de contenidos clave ocurre actuando desde este contexto.
- La existencia de un propósito o reto inicial compartido con los alumnos.

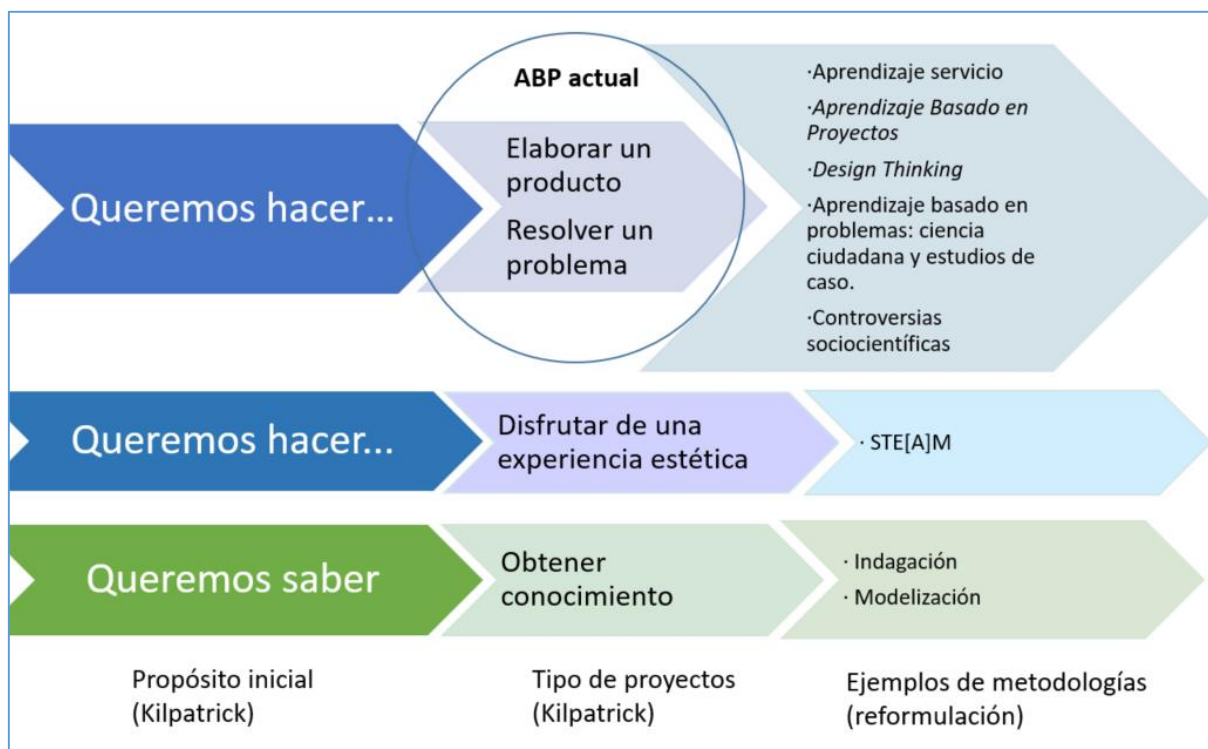
Retomando las ideas expuestas en el *Método de Proyectos*, Kilpatrick exponía que el ABP favorece un aprendizaje relevante o significativo, dado que cuenta con un propósito u objetivo motivador para el alumnado (Domènech-Casal *et al.*, 2019). En función de la naturaleza de ese elemento motivador o propósito, Kilpatrick diferenciaba cuatro tipos de proyectos asociados a dos grupos (ver Figura 2) (Domènech-Casal *et al.*, 2018; Larmer *et al.*, 2015; Vallejo, 2012):

- El primer grupo consiste en los proyectos destinados solamente a la obtención de conocimiento o aprendizaje, que responden a: *¿Qué queremos saber?*
- El segundo grupo reúne tres tipos de proyectos que consisten tanto en la elaboración de productos, como los proyectos de disfrute o experiencia estética (con fines recreativos) y los proyectos realizados para solventar problemas, que responden a: *¿Qué queremos hacer?*

En relación al segundo grupo, al proyecto se dota de un propósito más allá de la obtención de conocimiento. Es este grupo el que actualmente responde a las nuevas

formulaciones del ABP, concretamente aquellos proyectos relacionados con la resolución de problemas y la elaboración de productos (Larmer *et al.*, 2015). A continuación en la Figura 2 se ejemplifican algunas de las reformulaciones actuales del Aprendizaje Basado en Proyectos para el aprendizaje de las ciencias, a partir de las tipologías y propósitos de los proyectos de Kilpatrick.

Figura 2. Reformulación actual del ABP desde *The Project Method* (1918).



Fuente: elaboración propia a partir de (Domènech-Casal, 2018, 2019).

Como se ha descrito anteriormente el Aprendizaje Basado en Proyectos, engloba en la actualidad diversas metodologías que comparten unas características comunes que son recogidas en Sanmartí & Márquez (2017):

1. El punto de partida del proyecto se basa en el estudio de una problemática o situación en un contexto determinado.
2. Se realiza un proceso de investigación que intenta dar respuesta a los distintos retos, preguntas y cuestiones que surgen durante la realización del proyecto.
3. Dando respuesta a las preguntas se asimilan conceptos clave, que aprendidos en un contexto pueden ser transferidos e interpretados en otros contextos.

4. Los proyectos incluyen elementos curriculares, objetivos didácticos y evaluaciones auténticas.
5. El alumnado debe trabajar con cierta autonomía durante la duración del proyecto.
6. El docente actúa como facilitador, guía u orientador del aprendizaje sin ejercer una dirección estricta.
7. Se promueve la reflexión y el aprendizaje cooperativo mediante el trabajo en grupos de alumnos heterogéneos.
8. Se promueve el empleo de herramientas que permitan un aprendizaje interactivo incluyendo el uso de TIC.
9. El proyecto finaliza con algún tipo de presentación del producto realizado por parte del alumnado.

Dado que existen diversas metodologías activas afines al ABP como el aprendizaje basado en problemas, retos, o por descubrimiento, merece la pena realizar al menos una desambiguación de las siglas ABP (Trujillo, 2015). Entre todas estas metodologías afines que comparten ciertas características, el *Aprendizaje Basado en Problemas* es muy similar al ABP, además comparten siglas tanto en lengua castellana (ABP) como en lengua inglesa (PBL) lo que lleva normalmente a confusión. La diferencia más notable entre estas dos metodologías se fundamenta en el objetivo preferente de las mismas (García-Varcácel & Gómez-Pablos, 2017):

- En el Aprendizaje Basado en Proyectos se enfatiza en realización del producto final y en las destrezas adquiridas en el proceso.
- En el *Aprendizaje Basado en Problemas* se enfatiza en la resolución del problema.

En las últimas décadas se han multiplicado los autores que han estudiado el ABP por lo que las definiciones de esta metodología son abundantes y han ido variado a lo largo del tiempo hasta la inclusión de las TIC en la misma. En Jones *et al.* (1997) se define el ABP como una metodología basada en un compendio de tareas centradas en resolver cuestiones o problemáticas mediante procesos de investigación realizados con cierta autonomía por el

alumnado, que terminan con la presentación del producto final creado ante un público. Además esta metodología permite al alumnado tanto la adquisición y puesta en práctica de competencias clave, como el aprendizaje de contenidos curriculares y conocimientos propios del s. XXI, a través del desarrollo de proyectos que buscan soluciones a problemáticas reales (Trujillo, 2015).

2.1.3. Elementos fundamentales del ABP

El Aprendizaje Basado en Proyectos se presenta como una metodología centenaria alternativa al modelo de transmisión recepción que ha ido adaptándose y reformulándose desde su creación hasta la actualidad. Ahora bien, los proyectos realizados en ABP poseen unos elementos propios que se resumen en la Figura 3 y que serán analizados en este apartado como buenas prácticas a la hora de diseñar un proyecto en ABP.

Figura 3. Elementos esenciales en un proyecto ABP de calidad.



Fuente: elaboración propia a partir de (Larmer & Mergendoller, 2012).

La literatura sobre el ABP es abundante, y no todos los autores describen del mismo modo los elementos esenciales para diseñar un proyecto en el aula con esta metodología. En este sentido destacan las publicaciones realizadas por Larmer & Mergendoller (2010, 2012) para el *Buck Institute for Education*, institución pionera para el desarrollo del ABP en el sistema educativo; así como el trabajo publicado por Trujillo (2015) (basado en estos dos autores) para el *Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado* (INTEF).

De acuerdo con Larmer & Mergendoller (2012) todo proyecto en el que trabajará el alumnado siguiendo la metodología ABP debe contener al menos 8 elementos esenciales:

1. Presentar un contenido significativo:

Un proyecto correctamente diseñado debe centrarse en contenidos curriculares y estándares de aprendizaje, si bien estos deben ser presentados en contexto, de manera que el alumnado los relacione con su entorno inmediato y los encuentre interesantes.

2. Un evento de entrada:

Antes de presentar el proyecto se debe captar la atención del alumnado mediante un *evento de entrada*, algo estimulante que invite al mismo a hacerse preguntas; es decir incentivar la necesidad de saber. En este sentido, el proyecto puede iniciarse invitando a un orador inesperado, mostrando un vídeo, una imagen o una noticia impactante, una correspondencia simulada, etc., con el fin de crear debate o discusión sobre el tema.

3. Una pregunta que conduzca la investigación:

Una vez captada la atención del alumnado y generado cierta discusión sobre el tema, el siguiente paso consiste en el lanzamiento de una pregunta abierta que de sentido al proyecto y que permita afrontarlo como un reto. Esta debe dirigir la investigación y al mismo tiempo estar relacionada con los contenidos curriculares que el alumnado debe aprender.

4. Poder de elección por parte del alumnado:

Para conseguir que el proyecto sea significativo desde el punto de vista del estudiantado, este debe de contar con cierta capacidad de decisión o elección en la realización del mismo. No obstante han de tenerse en cuenta la madurez, las capacidades y el mayor o

menor hábito en la realización de proyectos por parte del alumnado. En este sentido es interesante iniciar el primer proyecto proporcionando un menú limitado de opciones que permitan a los estudiantes cierto grado de autonomía, como por ejemplo: los recursos a utilizar en la investigación o el reparto de responsabilidades dentro del grupo. Con cada proyecto realizado el alumnado podrá ver incrementado su poder de elección hasta el punto de decidir el producto a realizar o el tema del proyecto en relación al currículo.

5. Competencias propias del s. XXI:

La realización del proyecto debe favorecer en el alumnado la adquisición de competencias útiles para la vida y el entorno laboral. Por tanto en el desarrollo del proyecto se debe fomentar el trabajo en equipo, el uso de TIC, las habilidades de comunicación, la creatividad, la asunción de responsabilidades y el pensamiento crítico. Para ello es indispensable que el alumnado trabaje en pequeños grupos cooperativos o colaborativos en función de la capacidad de autonomía que pueda asumir. Además previo al inicio de la implantación del ABP el alumnado debe estar habituado a la realización de exposiciones, vídeos, presentaciones, etc.

6. Una investigación real:

Todo proyecto en ABP requiere de un trabajo de investigación real que siga el hilo de la pregunta conductora, pero este no debe limitarse a la búsqueda de información para ser copiada y pegada en el producto final, sea un póster, un informe o una presentación. Por tanto se debe fomentar que el alumnado genere nuevas preguntas y busque recursos diferentes para generar ideas y conclusiones propias sobre cómo resolver la problemática expuesta. Para ello es de utilidad que el docente, en torno a la pregunta inicial y el debate generado al inicio del proyecto, recopile una serie de preguntas que permitan reformular hipótesis y trabajar sobre nuevas ideas.

7. Evaluación continua, retroalimentación, revisión y crítica constructiva:

Durante toda la elaboración del producto final el docente debe revisar los avances del alumnado y orientar o redirigir si es necesario. Además se debe utilizar una evaluación real que permita que el alumnado aprenda en cada proceso evaluativo y comprenda que un

trabajo de calidad es fruto de continuas revisiones. Para ello es necesario entrenar al alumnado en el uso de rúbricas de auto y coevaluación, que permitan promover la crítica constructiva entre iguales y reflexionar sobre su propio aprendizaje.

8. Una presentación pública del producto final:

El hecho de presentar el resultado de un proyecto ante una audiencia real promueve que el alumnado se esfuerce en conseguir un trabajo de mayor calidad, lo que además incrementa su satisfacción una vez realizado. Para ello es conveniente que el público no se limite a la propia clase o al docente, si no que se incluyan a otros agentes de la comunidad educativa, entidades, o incluso profesionales de un sector.

En conclusión, un buen proyecto en ABP debe ser diseñado de manera que el alumnado lo encuentre atractivo y al mismo tiempo, debe adecuarse a los estándares de aprendizaje descritos en la legislación educativa para la materia en la que pretenda llevarse a cabo. El proyecto comienza con un evento que capta la atención del alumnado y acto seguido se propone una pregunta que dirija la investigación del alumnado sobre el tema de estudio. El proyecto culmina con la presentación ante una audiencia del producto final realizado por los grupos de alumnos. En este proceso, el alumnado adquiere conocimientos y habilidades propias del s. XXI y toma consciencia de su propio aprendizaje (Larmer & Mergendoller, 2010, 2012; Trujillo, 2015).

2.1.4. Papel del alumnado y del docente

El ABP se ha descrito como una metodología activa en la que los papeles del alumnado y del docente difieren enormemente del modelo expositivo de enseñanza tradicional. A continuación se detallan los roles que el alumno y profesor deben asumir en el aula cuando se pretende trabajar con éxito mediante Aprendizaje Basado en Proyectos, en base a los trabajos publicados por diversos autores.

- **Rol del alumnado:**

El desarrollo de un proyecto en ABP necesita de interés por la temática e implicación y compromiso en la resolución de las tareas por parte del alumnado. Este deberá inmiscuirse

en un proceso de investigación sobre el tema, y tomar decisiones tanto individualmente como en grupo que permitan la consecución del proyecto (Thomas, 2000). Por otra parte, participa activamente en procesos cognitivos complejos de orden superior como: reconocer problemáticas, plantear conclusiones, realizar críticas constructivas además de buscar, comprender, analizar e interpretar información y datos (Sánchez, 2013; Trujillo, 2017). Además, en función de la práctica en el desarrollo de proyectos, el alumnado deberá diseñar un plan de manera autónoma que permita desarrollar el producto final, resolver la problemática formulando hipótesis y realizar experimentos que permitan aceptarlas o refutarlas y generar nuevas preguntas (Antelo *et al.*, 2016).

- Rol del docente:

El docente por su parte debe planificar el proyecto y crear los espacios y la situación o ambiente de aprendizaje que facilite al alumnado: la búsqueda de información, el trabajo en grupo y en autonomía, la resolución de dificultades y la valoración del desarrollo y resultado del proyecto (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2010; Trujillo, 2017). También debe fomentar en el alumnado el uso de procesos metacognitivos, revisar el desarrollo del proyecto, evaluarlo, dar retroalimentación y detectar problemas (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2010). Además debe orientar y guiar al alumnado durante el desarrollo del proyecto permitiéndole el mayor grado de autonomía posible (Johari & Bradshaw, 2008), dejando a los alumnos momentos de trabajo sin supervisión que garanticen la asunción de responsabilidades (Sánchez, 2013).

Por tanto para implantar en ABP en el aula, es necesario que el docente tenga un buen manejo del grupo y amplios conocimientos de la temática del proyecto. Además debe tener cualidades que permitan motivar y orientar al alumnado sin caer en la tentativa de ejercer un control excesivo. El alumnado por su parte deberá asumir responsabilidades, trabajar en equipo e implicarse hasta la presentación del producto final, que dará término al proyecto realizado.

2.1.5. Ventajas e inconvenientes del uso de la metodología ABP

En este apartado se analizarán los puntos fuertes y débiles del ABP. Una metodología activa centenaria, cuya expansión en el sistema educativo se resiste a pesar de los beneficios que reporta en el aprendizaje del alumnado (Antelo *et al.*, 2016).

En cuanto a los beneficios, podemos destacar:

- Un aumento de la motivación general del alumnado (Bottoms & Webb, 1998; García-Varcácel *et al.*, 2014; Martí *et al.*, 2010) y particularmente cuando las tareas encomendadas incluyen la interacción con personas externas al centro educativo y el uso de las TIC (Genc, 2014).
- Mejoría tanto de los resultados académicos en comparación con alumnos que no trabajan con ABP, como del recuerdo de los conocimientos adquiridos durante el proyecto a largo plazo (Mergendoller *et al.*, 2006; Mioduser & Betzer, 2007) generando un aprendizaje significativo (Trujillo, 2017). Además los estudiantes presentan menor estrés al afrontar los exámenes y detectan sus errores con mayor facilidad (Martínez *et al.*, 2007).
- A través del ABP y el aprendizaje cooperativo, el alumnado mejora las habilidades comunicativas y de trabajo en equipo así como la relación profesor-alumno y entre iguales (Martínez *et al.*, 2007; Mergendoller *et al.*, 2006). Además perfecciona la escucha activa, la capacidad de negociación y la asunción de responsabilidades (Cobo-Gonzales & Valdivia-Cañotte, 2017).
- Adquisición de competencias clave necesarias para afrontar situaciones y problemas de la vida real e incremento de la preparación para el futuro laboral (Willard & Duffrin, 2003), desarrollando habilidades que permiten solucionar problemas cotidianos (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2010).
- Mejora los conocimientos sobre un área específica, la competencia digital y aprender a aprender, las habilidades para emprender proyectos de investigación y la capacidad del alumnado para sintetizar y analizar información (Martí *et al.*, 2010). Durante el proceso de realización del producto y posterior presentación ante un público, el

alumnado aprende a realizar producciones como: presentaciones, informes, infografías, pósteres y exposiciones orales (Martínez *et al.*, 2007).

- Perfeccionamiento de habilidades que implican la resolución de problemáticas y el pensamiento crítico (Mergendoller *et al.*, 2006).
- La variedad de instrumentos de evaluación utilizados, proporciona gran cantidad de datos que permiten conocer en todo momento el grado de aprendizaje adquirido y detectar a tiempo las dificultades para poder solventarlas (Trujillo, 2017).
- Por otra parte el ABP bien implantado proporciona un aumento de la motivación y reconocimiento profesional al profesorado (Martí *et al.*, 2010).

Los estudios sobre Aprendizaje Basado en Proyectos demuestran que esta metodología presenta muchas ventajas relacionadas con la adquisición de todas las competencias claves del currículo de secundaria. Es decir, durante todas las fases del proyecto mediante el trabajo en grupo, el alumnado pone en práctica todas las destrezas y habilidades que no desarrollaría en un modelo tradicional de transmisión recepción en el que se limitaría a la escucha activa. Además el ABP demuestra ser una metodología motivadora para el alumnado y que favorece la adquisición de la competencia científica mediante la investigación.

Por tanto, la aplicación del ABP en el aula de secundaria y concretamente en la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO debería motivar al alumnado por el estudio de la ciencia, ya que favorece un aprendizaje significativo, contextualizado en el mundo real. Este hecho facilitaría la matriculación posterior del alumnado en estudios superiores de índole científica, imprescindibles para afrontar los retos que se presentan en el s. XXI y concretamente la problemática medioambiental analizada en la introducción de este trabajo.

Sin embargo, el ABP u otras metodologías activas no presentan una implantación generalizada en el aula de secundaria, en donde el alumnado cada vez más desmotivado asiste aún a clases en donde impera el modelo tradicional de clases expositivas (Ayerbe-López & Perales-Palacios, 2020). A continuación se describen los inconvenientes descritos por diversos autores que frenan la expansión del ABP en el sistema educativo.

El trabajo en el aula mediante ABP requiere madurez y una implicación del alumnado a lo largo de todas las fases del proyecto. A esto se suma la complejidad de la metodología para alumnos poco entrenados en el desarrollo de proyectos. Por tanto pueden darse casos de alumnos que pierdan en ocasiones la motivación y necesiten del apoyo del grupo y del docente (Gutiérrez-Pérez & Pirrami, 2011; Sánchez, 2013; Sulaiman *et al.*, 2014).

En Ayerbe-López & Perales-Palacios (2020) se analiza que no todos los alumnos asumen la misma carga de trabajo, lo que puede producir desequilibrios en el funcionamiento del grupo. Además el alumnado puede presentar dificultades para adaptarse y entender la forma de evaluación, así como saber qué tarea debe desempeñar en cada etapa del proyecto debido a la incapacidad de trabajar en autonomía. Es decir, el alumnado poco entrenado en ABP puede llegar a demandar reiteradamente la ayuda del profesor. Por parte del docente, estos autores describen que el ABP supone un trabajo de programación, movilización de recursos y planificación en profundidad con anterioridad al inicio del proyecto. Además este, debe aceptar el cambio de rol necesario para que el alumnado gane en autonomía; siendo normal en este aspecto que el docente termine por limitar la creatividad del alumnado al proporcionar un exceso de pautas de trabajo.

Además, algunos docentes también muestran preocupación sobre cómo evaluar al alumnado dado la complejidad de la evaluación utilizada en ABP. El profesor debe manejar diversos instrumentos que permitan evaluar el proceso de aprendizaje adquirido por el alumnado, tanto grupal como individualmente. Hecho que dificulta la individualización de la evaluación desde productos hechos de forma grupal. A lo que se suma la preocupación por conseguir cumplir con el currículum mediante el trabajo continuo a través de ABP (Domènech-Casal *et al.*, 2019).

2.1.6. Evaluación en ABP

Tal y como se ha detallado con anterioridad, el ABP por sus características permite realizar una evaluación formativa que recoja tanto evidencias del proceso de aprendizaje durante las distintas etapas del proyecto como del producto realizado.

Una buena evaluación en ABP permite garantizar el éxito del proyecto. En este sentido es necesaria una evaluación de tipo formativo, útil para monitorizar y tomar consciencia de los avances en el desarrollo del proyecto y por ende, del aprendizaje. Este tipo de evaluación permite tomar decisiones adecuadas para resolver las dudas que aparezcan durante el desarrollo de las tareas. Para ello, durante la planificación del proyecto se debe anticipar en qué puntos de las etapas del mismo se pretenden obtener los datos que permitan analizar el avance del alumnado, lo que permitirá también, elegir las herramientas de evaluación más adecuadas. Resulta de utilidad empezar el proyecto con una evaluación inicial que permita tanto detectar los conocimientos previos como preparar al alumnado para la participación activa en el proyecto. Además, se deben incluir herramientas de autoevaluación para que el alumnado tome consciencia de la validez de sus estrategias de aprendizaje mediante rúbricas o plantillas de autoevaluación (Trujillo, 2013).

2.1.7. Instrumentos de evaluación en ABP

Como alternativa al examen escrito tradicional, en Trujillo (2013) se describen tres herramientas muy potentes en ABP que permiten la recogida de datos en distintos momentos del proyecto y con diversas finalidades:

- **Diario de aprendizaje:**

Permite al alumno reflexionar sobre el proyecto y sobre su propio aprendizaje. Este puede ser guiado por el docente a través de preguntas o plantillas que inviten a la reflexión. En el diario el alumno puede incluir los problemas encontrados, aspectos relacionales, reflexiones sobre lo aprendido, etc.

- **Portafolio:**

Esta herramienta contiene los productos que el alumnado va generando a lo largo de todo el proyecto. Estos pueden ser tanto los productos finales, como pósteres, infografías e informes que serán objeto de valoración por parte del docente, como productos intermedios tales que borradores, esquemas, listados, resúmenes, etc. El portafolio puede ser tanto una carpeta física como un espacio en la nube (e-portafolio), que permita subir las creaciones del alumnado y el acceso del docente desde la distancia.

- Rúbricas

Las rúbricas consisten en una matriz en la que se enfrentan los elementos del proyecto que se van a evaluar y los niveles de logro de estos elementos definidos en una serie de descriptores asociados. La elaboración de esta herramienta permite al docente reflexionar con anterioridad que elementos del proyecto va a valorar y asignar los distintos niveles de consecución. Por otra parte, sirve de guía al alumnado para su autoevaluación, ya que desde un principio conoce qué debe de hacer y de qué manera será valorado. Por ello, esta herramienta debe ser clara y comprensible, funcionando también como un ejercicio de transparencia.

En conclusión, la evaluación en el ABP debe contener una evaluación inicial y una evaluación formativa que permita realizar distintas observaciones a lo largo de todo el proyecto. Además resulta de utilidad contar con herramientas que permitan evaluar objetivamente los productos, monitorizar los avances del alumnado, detectar las dudas del mismo y que favorezcan la reflexión sobre el autoaprendizaje.

2.2. Huerto escolar como recurso

El uso del huerto escolar ecológico como recurso didáctico se remonta a principios del s. XX, tras la apertura en Alemania de las *Escuelas Waldorf* creadas por Rudolf Steiner, filósofo y desarrollador de la *pedagogía Waldorf* y de la *agricultura biodinámica*. En todas estas escuelas se cuenta con un huerto en el que se trabajan conceptos como los cultivos, así como prácticas relativas a la agricultura ecológica y la explotación forestal (Moreno, 2013). Sin embargo no es hasta los años 90 que este recurso didáctico se populariza principalmente entre los centros escolares de educación infantil y primaria (Escutia, 2009).

En la actualidad este recurso recobra fuerza por su utilidad en todas las etapas educativas, ya que permite poner en práctica, tanto contenido teórico de diversas asignaturas, como el tratamiento de temas transversales y la adquisición de competencias clave (Eugenio-Gozalbo *et al.*, 2018). De hecho, en España existe un movimiento denominad *Huertos*

EcoDidácticos que promociona desde algunas universidades nacionales el uso de este recurso en los centros educativos, como una herramienta educativa que además impulsa la preservación de la naturaleza y el cuidado de la salud (Eugenio-Gozalbo & Aragón, 2016). A continuación se describen las ventajas e inconvenientes que presenta el huerto escolar como recurso para la enseñanza de las ciencias, según los trabajos publicados por diversos autores.

2.2.1. Beneficios e inconvenientes del huerto escolar

En cuanto a los beneficios de este recurso podemos destacar:

- Facilita la contextualización de contenidos de las materias de índole científico así como el tratamiento de elementos transversales como la sostenibilidad y la educación ambiental (Orenes Cárceles *et al.*, 2021).
- Favorece la adquisición de la competencia científica y el aprendizaje de contenidos procedimentales y actitudinales por parte del alumnado (Zuazagoitia *et al.*, 2019).
- Permite la puesta en práctica de investigaciones propias del ámbito científico, en las que se trabaja el planteamiento de hipótesis, la observación, la recogida de datos, la comprobación, etc. (Marín Gil, 2015).
- Es un recurso que el alumnado valora positivamente, funcionando como un elemento motivador al mismo tiempo que promueve la implicación y la responsabilidad (Botella Nicolás *et al.*, 2017).
- Las actividades realizadas en el huerto son generalmente percibidas por el alumnado como satisfactorias y divertidas, ya que permiten romper la monotonía (Eugenio-Gozalbo *et al.*, 2019), además de considerarlas útiles para la transmisión de valores medioambientales (Reina *et al.*, 2017).
- La existencia de un huerto escolar en el centro educativo facilita la implantación de metodologías activas como el ABP (Eugenio-Gozalbo & Aragón, 2016).

En cuanto a los inconvenientes del huerto escolar podemos destacar:

- Las actividades transversales en torno al huerto escolar necesitan una coordinación firme entre los docentes de diversos departamentos que es difícil de mantener en el tiempo (Egea-Fernández *et al.*, 2014).
- El huerto requiere recursos económicos y materiales que permitan tanto el cultivo como el mantenimiento del mismo, además de tiempo de dedicación, incluso en períodos de vacaciones que no pueden ser asumidos por el personal del centro (Conde *et al.*, 2018).
- El uso integral de este recurso educativo, necesita de formación específica para el profesorado con la que no siempre se cuenta. Esto provoca que algunos docentes solamente lo utilicen de forma complementaria a las clases, desaprovechando así su potencial educativo (Aragón, 2016).

A pesar de los inconvenientes relacionados con la organización docente y los recursos tanto materiales como humanos que necesita el mantenimiento de un huerto, se ha demostrado que este recurso favorece el aprendizaje competencial del alumnado y la motivación por el aprendizaje. Concretamente, a través del huerto como recurso se facilita el aprendizaje significativo de contenidos como: los ciclos de la materia, la transferencia de energía, los ciclos biogeoquímicos, las interacciones entre los seres vivos, los componentes de los ecosistemas y los límites de recursos naturales (Eugenio *et al.*, 2018; Reina *et al.*, 2017). Todos ellos presentes en el *Bloque 3. Ecología y medio ambiente* de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO. Además, este recurso, utilizado en todas las etapas educativas, facilitaría la consecución de los objetivos de la *Educación para la Sostenibilidad* propuestos por la UNESCO; permitiendo así superar desafíos medioambientales a los que se enfrenta la humanidad, como son la pérdida de biodiversidad y la emergencia climática (Eugenio-Gozalbo *et al.*, 2018).

2.3. Experiencias en torno al ABP y al huerto escolar

El Aprendizaje Basado en Proyectos y el huerto escolar como recurso se encuentran en un proceso de expansión en todo el sistema educativo ya que por sus características favorecen la motivación y el aprendizaje activo y competencial del alumnado. Esto ha motivado la reciente creación de una nueva corriente en el campo de la investigación e innovación educativa que combina ambos conceptos, denominada *Aprendizaje Basado en Huertos* o *Garden-Based Learning* en lengua inglesa (Rodríguez Marín & Eugenio-Gonzalbo, 2021). A continuación se exponen brevemente 4 ejemplos de aplicaciones exitosas del ABP en secundaria y del uso del huerto escolar como recurso:

- Proyecto *Red de huertos y cooperativa Wonderful ground* en el Colegio Huerta Santa Ana de Sevilla. Biología y Matemáticas en 1º de ESO. Curso 2014-2015. Objetivo: fomentar la sensibilidad medioambiental y hábitos saludables. Resultados: mejoras en el clima del centro, autoestima y en las habilidades comunicativas (Melero & Kyle, 2015).
- Proyecto *Vicea faba. Aprendizaje Basado en Huertos (ABH)* del Colegio San Agustín de Calahorra (2017). Asignatura de Geología de 2º de Bachillerato. Curso 2016-2017. Objetivo: proyecto de investigación a través de las posibilidades que ofrece el huerto. Resultados: fomento del trabajo cooperativo y adquisición de competencias clave.
- Proyecto *Reinventar tu ciudad*. ABP transversal en tres asignaturas. IES Francisco Ayala de Granada. Curso 2016-2017. Asignaturas de Biología y Geología, Lengua Castellana y Literatura y Geografía e Historia de 4º de ESO. Objetivo: mejorar la concienciación ambiental de los alumnos de secundaria. Resultados: aumento objetivo de la concienciación ambiental del alumnado (Ayerbe-López & Perales-Palacios, 2020).
- Proyecto *Novos Resíduos...Novas soluções*. Colexio Eduardo Pondal S.COOP.G. de Cangas. Alumnado del *Laboratorio de Científicos* (3º de ESO). Curso 2020-2021. Objetivo: concienciación ambiental en el marco de los ODS mediante reutilización de mascarillas COVID. Resultados: mejoras en destrezas competenciales, en resolución de problemas, trabajo en equipo y aumento de la autoestima (Piñeiro-Sotelo, 2021).

Entre las experiencias que aúnan la metodología ABP con el huerto escolar, destaca por sus resultados el proyecto realizado en el IES Arnau Cadell de Sant Cugat del Vallès, en el

Curso 2015/16, para el alumnado del *Programa de Adaptación Curricular* de 4º de ESO. El proyecto realizado consiste en la creación, de un huerto escolar ecológico y una cooperativa agrícola (*Arnaud Verd*) de alumnos desde cero. Los beneficios destacados de esta experiencia descritos en García-Pleyán & García-Arnaud (2016) se describen a continuación:

- Aumento notable de la autoestima al realizar el proyecto.
- Incremento de la motivación al romper la rutina del aula mediante el trabajo en el huerto.
- Incremento de la cohesión y sentido de pertenencia al grupo debido al trabajo cooperativo.
- Mejora del clima de aprendizaje en el aula por ausencia de problemas asociados a la interrupción o convivencia en el aula que antes del proyecto sucedían con frecuencia.
- Aumento de la participación del alumnado y motivación por el aprendizaje.
- Mejora objetiva en el rendimiento académico general y en la prueba oficial de competencias básicas tras el proyecto.
- Preparación para la incorporación al mercado laboral, debido a la aplicación práctica de los contenidos curriculares durante el proyecto y en el huerto.

En conclusión, el Aprendizaje Basado Proyectos junto a la herramienta del Huerto Escolar demuestran ser un equipo potente, capaz de motivar al alumnado por el aprendizaje de la ciencia además de favorecer la adquisición de competencias y valores ambientales. Es por ello que la propuesta de intervención se basa en la metodología ABP y emplea el huerto escolar, debido al potencial didáctico que demuestra la investigación en didáctica de las ciencias.

3. Propuesta de intervención

3.1. Presentación de la propuesta

En la introducción del presente trabajo se ha profundizado en dos problemáticas, una ambiental relacionada con el uso de agroquímicos y otra motivacional que afecta al rendimiento alumnado de secundaria en materia de ciencias. Es por ello que esta propuesta

de intervención pretende abordar ambas cuestiones desde el aula, en base a la metodología ABP y empleando el huerto escolar, desarrollados en profundidad en el marco teórico.

En el presente apartado se va a presentar una propuesta de intervención en forma de unidad didáctica (UD) para la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO cuya metodología principal es el Aprendizaje Basado en Proyectos y en la que el recurso del huerto escolar cobra especial relevancia. Tanto la metodología ABP como el recurso del huerto escolar se han escogido por su potencial motivador para el alumnado de secundaria.

Se han diseñado una serie de actividades que permitirán abordar contenidos del *Bloque 3. Ecología y medio ambiente* y del *Bloque 4. Proyecto de investigación* definidos en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato y detallados en el Decreto 86/2015, del 25 de junio, por lo que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia (Decreto 86/2015).

La unidad didáctica denominada *Nuevas tendencias de la agricultura* consta de un total de 4 actividades repartidas en 12 sesiones. La UD se inicia con un *evento de entrada*, en el que participan agentes externos al centro, que trata de captar la atención del alumnado. Posteriormente se plantea una problemática real al alumnado que tendrá que solucionar mediante la investigación. En este proceso el alumnado genera varios productos que serán presentados al fin de la UD ante una audiencia externa a la clase.

3.2. Contextualización

3.2.1. Entorno y características del centro educativo

Este trabajo se centra en la Comunidad Autónoma de Galicia. Concretamente está diseñado para un centro público de la Provincia de A Coruña, que cuenta con dos líneas educativas que incluyen Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria. El total de alumnos del centro procedentes de las 14 parroquias del municipio asciende a 233. El centro está situado en un municipio rural con influencia urbana de aproximadamente 20.000 habitantes, por lo que cuenta con conexión a internet a través de fibra óptica además de todas las instalaciones propias de un centro educativo. De estas, cabe destacar un laboratorio bien

equipado, utilizado esporádicamente por los docentes de las materias del Departamento de Ciencias y un huerto escolar situado en una parcela de 1000 m² colindante al patio de recreo. El huerto ocupa actualmente unos 200 m² y es utilizado principalmente por los alumnos de Educación Primaria en la asignatura de Ciencias de la naturaleza y por los alumnos de Biología y Geología de 1º de ESO. Todas las clases están equipadas con proyector y conexión inalámbrica, además de ordenadores portátiles para cada alumno, procedentes de un programa de la administración autonómica para la digitalización de las aulas.

El principal motor económico del ayuntamiento es la agricultura y la ganadería y las industrias derivadas de estas actividades primarias, lo que supone que aproximadamente el 80% de la población activa trabaja directa o indirectamente en estos sectores. La mayor parte del alumnado cuenta en sus casas con algún tipo de huerto e incluso alguna explotación agrícola o ganadera, en las que ayudan en las labores habitualmente. Por tanto el alumnado del centro presenta conocimientos relacionados con la agricultura tanto por la sabiduría popular transmitida como por el trabajo realizado en el huerto escolar desde la educación primaria.

El nivel socioeconómico y cultural de las familias es bajo o medio bajo ya que por norma general el cuidado de las explotaciones familiares impedía en el pasado el acceso a educación superior. Además, el tejido productivo agrario del municipio se encuentra en recesión en los últimos años, debido a los bajos precios que el agricultor obtiene por la venta de sus productos. Esto implica que la viabilidad económica de la mayoría de explotaciones convencionales sea completamente dependiente de las ayudas y subvenciones procedentes de la PAC, que actualmente priman las prácticas agrícolas sostenibles. La tendencia observada en el municipio, en coherencia con las nuevas normativas europeas y corrientes de consumo, indica que en los próximos años, solamente sobrevivirán las explotaciones adaptadas a prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente y que ofrezcan productos con alto valor añadido.

3.2.2. Alumnado

La propuesta de intervención *Nuevas tendencias de la agricultura* está diseñada para los 20 alumnos del grupo de 4º de ESO del itinerario de enseñanzas académicas para la

iniciación al bachillerato. Se trata de un grupo paritario en cuanto a sexos, entre los cuales no se encuentran Alumnos Con Necesidades Especiales de Apoyo Educativo (ACNEAE). Si bien existen alumnos con mejor disposición por el estudio, en general el rendimiento académico medio es bueno. Gracias a la labor de la tutora el grupo está unido, es participativo y no presenta conductas disruptivas, salvo en contadas ocasiones en las que las expresiones propias de la edad adolescente puedan crear alguna disputa pasajera entre los alumnos.

Por otra parte, se observa que la motivación e interés que el alumnado muestra por la materia de Biología y Geología disminuye de forma proporcional a medida que avanza el curso al igual que el rendimiento medio. Es por ello que al abordar el *Bloque 3. Ecología y medio ambiente* al inicio del tercer trimestre, a pesar de presentar contenidos bien valorados por el alumnado, este no se encuentre tan receptivo durante las clases expositivas. Además, a esto se suma el cansancio acumulado a lo largo del curso y al haber finalizado los exámenes del segundo trimestre. En este sentido un cambio en la metodología, utilizando ABP y el recurso del huerto escolar, debería favorecer un cambio motivacional en el alumnado que propiciara una aumento de la motivación y del interés por el aprendizaje de la asignatura.

3.2.3. Marco legislativo

A continuación se detallarán los textos legales en los que se ampara esta unidad didáctica diseñada para impartir en la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO, en un centro educativo público presente en la Comunidad Autónoma de Galicia.

A nivel estatal, el sistema educativo se organiza en base a Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), modificada en su artículo único por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). Ambas leyes establecen las líneas generales de la educación así como la distribución de competencias en materia educativa.

En lo relativo al cuarto curso de ESO, la LOMCE en su Artículo 25 determina que la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO es una materia de opción dentro del bloque de asignaturas troncales, para los alumnos que cursan la opción de enseñanzas académicas para la iniciación al Bachillerato. Dada su naturaleza troncal, tal y como determina el Artículo 6 bis

de la LOMCE, corresponde al gobierno la determinación de los contenidos comunes, los estándares de aprendizaje evaluables y los criterios de evaluación, así como el horario lectivo mínimo de esta asignatura. Por tanto, es en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Real Decreto 1105/2014), donde se detallan estos tres elementos curriculares de la materia de Biología y Geología de 4º de ESO.

No obstante, las Administraciones educativas en ejercicio de sus competencias podrán complementar y fijar el horario máximo de las asignaturas troncales tal y como establece el Artículo 6 bis de la LOMCE. Es por ello que esta propuesta de intervención diseñada para un centro situado en la Comunidad Autónoma de Galicia, tiene en cuenta los elementos curriculares definidos en el Decreto 86/2015, de 25 de junio, por el que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia (Decreto 86/2015).

En cuanto a la relación existente entre los elementos curriculares se tendrá en cuenta, tanto la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato (Orden ECD/65/2015); como las especificaciones determinadas en el Decreto 86/2015.

3.3. Intervención en el aula

3.3.1. Objetivos

3.3.1.1. Objetivos de etapa

Esta propuesta de intervención contribuye al logro de todos los objetivos generales de etapa asociados a los contenidos seleccionados, tal y como dispone el Artículo 9 del Decreto 86/2015. No obstante, dada la naturaleza de la metodología utilizada en el desarrollo de la unidad didáctica, se trabajarán en profundidad los objetivos de etapa que impliquen capacidades como: la asunción de responsabilidades, hábitos de trabajo individual y en

equipo, el desarrollo de destrezas, la planificación de tareas y la expresión tanto oral como escrita.

En la Tabla 1 se especifican todos los objetivos de etapa a los que contribuye la presente unidad didáctica, enfatizando (x) en aquellos relacionados con el trabajo mediante la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos. Para ello se han realizado una selección del total de objetivos de etapa dispuestos en el Decreto 86/2015 y se ha preservado su codificación.

Tabla 1. Objetivos de etapa a los que contribuye la propuesta de intervención.

Código	Objetivos de etapa	
a	Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a las demás personas, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y los grupos, ejercitarse en el diálogo, afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural, y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.	x
b	Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo, como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.	x
c	Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.	
d	Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con las demás personas, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo y los comportamientos sexistas, y resolver pacíficamente los conflictos.	
e	Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información, para adquirir nuevos conocimientos con sentido crítico. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.	x
f	Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en asignaturas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en diversos campos del conocimiento y de la experiencia.	x
g	Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.	x
h	Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua gallega y en la lengua castellana, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, en la lectura y en el estudio de la literatura.	x
o	Conocer y valorar la importancia del uso de la lengua gallega como elemento fundamental para el mantenimiento de la identidad de Galicia, y como medio de relación interpersonal y expresión de riqueza cultural en un contexto plurilingüe, que permite la comunicación con otras lenguas, en especial con las pertenecientes a la comunidad lusófona.	

Fuente: *elaboración propia a partir de Decreto 86/2015.*

3.3.1.2. Objetivos Didácticos (OD)

A continuación se definen los objetivos de aprendizaje que el alumnado tendrá con la presente unidad didáctica. La redacción de estos objetivos se ha basado en los elementos curriculares dispuestos en las Tablas 3 y 4, según determina el Decreto 86/2015, del 25 de junio, por lo que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia:

1. Analizar las relaciones intraespecíficas e interespecíficas que existen en un agrosistema incluyendo los métodos de lucha biológica (OD1).
2. Crear y exponer un póster que refleje la complejidad de las relaciones tróficas existentes en un agrosistema y un método biológico de control de plagas (OD2).
3. Elaborar hipótesis a contrastar mediante el método científico y justificar su elección (OD3).
4. Diseñar y planificar en grupos un proyecto de investigación que permita comparar las diferencias de rendimiento entre un cultivo que utiliza abonos orgánicos y un cultivo que utiliza abonos químicos (OD4).
5. Realizar y exponer un póster científico con los resultados de la investigación y defender las conclusiones obtenidas ante el público (OD5).
6. Cooperar con los compañeros en un clima participativo y de respeto para la consecución de un objetivo común y valorar el trabajo realizado (OD6).

3.3.2. Competencias

A través de la unidad didáctica denominada *Nuevas tendencias de la agricultura* se pretende que el alumnado adquiera todas las competencias clave definidas en ANEXO I de la Orden ECD/65/2015. A continuación, en la Tabla 2 se resumen las dimensiones trabajadas de cada competencia en la propuesta de intervención. No obstante, en las Tablas 6, 7, 8 y 9 se especifica detalladamente como se trabajan las competencias en cada una de las actividades diseñadas.

Tabla 2. Competencias trabajadas mediante la propuesta didáctica.

Competencia	Código	Dimensiones trabajadas en la propuesta
Competencia en comunicación lingüística	CCL	<p>Se utilizan diversos contextos en donde el alumnado debe adaptar su lenguaje.</p> <p>Utilización de vocabulario específico de la temática del proyecto.</p> <p>Expresión oral entre compañeros, con el profesor y en las exposiciones.</p> <p>Expresión escrita diversa: lenguaje científico, informe y reflexión.</p> <p>Se promueve el diálogo mediante el trabajo cooperativo y el debate.</p>
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	CMCCT	<p>Se trabajan contenidos propios de la materia (investigación y ecología y medio ambiente).</p> <p>Se realiza una investigación para resolver un problema real en la que se utiliza el método científico: planteamiento de hipótesis, diseño del experimento, recolección de datos, análisis de los mismos, se presentan los resultados, se sacan conclusiones y se comunican.</p> <p>Se realizan medidas de superficie y masa y cálculos matemáticos.</p>
Competencia digital	CD	<p>Se utiliza el motor de búsqueda para ampliar y buscar información</p> <p>Se emplea un e-portafolio grupal en el que se suben todos los documentos creados en los que el alumnado puede trabajar desde casa.</p> <p>Utilización de procesador de textos y hoja de cálculo.</p> <p>Realización de diagramas y gráficos.</p> <p>Creación de pósteres digitales mediante software específico u online.</p> <p>Fotografiando y descargando las imágenes del dispositivo móvil.</p>
Competencia para aprender a aprender	CAA	<p>Se emplean cuestionarios de coevaluación y autoevaluación del trabajo realizado por el grupo.</p> <p>En el proceso de investigación el alumnado debe planificar sus tareas en función de los recursos y el tiempo disponible.</p> <p>El proyecto presenta una problemática real y contextualizada en la que el alumno se siente protagonista y motivado por su resolución.</p> <p>Tras la realización del proyecto el alumnado será consciente de su eficacia en la resolución de problemas y creación de contenidos.</p>
Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor	CSIEE	<p>Mediante la investigación el alumnado en equipos se organiza y trabaja por un fin común, buscando soluciones a una problemática.</p> <p>Se realizan presentaciones de cara un público en la que se comunican los resultados de un proyecto.</p> <p>Trabajando en grupo, el alumnado necesita ponerse de acuerdo y negociar sus tareas.</p>
Conciencia y expresiones culturales	CEC	<p>En el evento de entrada se invita a agricultores locales que exponen su saber en la materia.</p> <p>El alumnado tiene libertad para elegir las herramientas para el diseño y la presentación de sus pósteres digitales.</p> <p>Valoración de los productos creados por sus compañeros.</p>
Competencias sociales y cívicas	CSC	<p>Mediante el trabajo colaborativo el alumnado pone en práctica la comunicación, la solidaridad y el respeto, la negociación, los valores democráticos y la participación en la toma de decisiones del grupo.</p>

Fuente: elaboración propia a partir de Decreto 86/2015.

3.3.3. Contenidos

Para el desarrollo de los elementos curriculares de la propuesta se han tenido en cuenta los contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje correspondientes al *Bloque 3. Ecología y medio ambiente* y al *Bloque 4. Proyecto de investigación*, de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO, tal y como establece el Decreto 86/2015. A continuación, en las Tablas 3 y 4, se exponen los elementos curriculares que se trabajan mediante la propuesta de intervención y la relación entre los mismos. Nótese que los objetivos corresponden a los Objetivos Didácticos (OD) mencionados en el apartado 3.3.1.2.

Tabla 3. Relación entre los elementos curriculares del Bloque 3.

Bloque 3. Ecología y medio ambiente			
Objetivos	Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
OD1 OD2	CB3.3. Relaciones intraespecíficas en interespecíficas. Influencia en la regulación de los ecosistemas. CB3.4. Autorregulación del ecosistema, de la población y de la comunidad.	B3.4. Identificar las relaciones interespecíficas e intraespecíficas como factores de regulación de los ecosistemas.	BXB3.4.1. Reconoce y describe relaciones y su importancia en la regulación de los ecosistemas, interpretando casos prácticos en contextos reales.
OD2	CB3.5 Relaciones tróficas: cadenas y redes.	B3.5. Explicar los conceptos de cadenas tróficas y redes tróficas.	BXB3.5.1 Reconoce los niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas y valora la importancia para la vida en general y el mantenimiento de estas.

Fuente: elaboración propia a partir de Decreto 86/2015.

Tabla 4. Relación entre los elementos curriculares del Bloque 4.

Bloque 4. Proyecto de investigación			
Objetivos	Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
OD3 OD4	CB4.1. Método científico. Elaboración de hipótesis, y comprobación y argumentación a partir de la experimentación o la observación.	B4.1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y las habilidades propias del trabajo científico.	BXB4.1.1. Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia.
OD3	CB4.1. Método científico. Elaboración de hipótesis, y comprobación y argumentación a partir de la experimentación o la observación.	B4.2. Elaborar hipótesis y contrastarlas a través de la experimentación o de la observación y la argumentación.	BXB4.2.1. Utiliza argumentos que justifiquen las hipótesis que propone.

OD6	CB4.3. Proyecto de investigación: organización. Participación y colaboración respetuosa en el trabajo individual y en equipo. Presentación de conclusiones.	B4.4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.	BXB4.4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y en grupo.
OD4 OD3 OD4 OD5	CB4.3. Proyecto de investigación: organización. Participación y colaboración respetuosa en el trabajo individual y en equipo. Presentación de conclusiones.	B4.5. Presentar y defender en público el proyecto de investigación realizado.	BXB4.5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación sobre animales y/o plantas, los ecosistemas de su entorno o la alimentación y la nutrición humana, para su presentación y su defensa en el aula. Expresa con precisión y coherencia las conclusiones de sus investigaciones, tanto verbalmente como por escrito.

Fuente: *elaboración propia a partir de Decreto 86/2015.*

3.3.4. Metodología

Desarrollado con profundidad en el marco teórico, el Aprendizaje Basado en Proyectos será la metodología principal utilizada en el transcurso de la unidad didáctica denominada *Nuevas tendencias de la agricultura*. En este aspecto, supondrá un cambio en la metodología habitual de tipo expositivo, que solamente afectará al grupo de 4º de ESO y a la asignatura de Biología y Geología, ya que no se contempla la implicación de otras áreas o materias en el proyecto. Para el diseño de las actividades de la UD han tenido en cuenta los elementos desarrollados en el marco teórico, basados en la revisión bibliográfica de autores expertos en ABP, entre los que destacan Larmer & Mergendoller (2012) y Trujillo (2015). Para la evaluación se utilizarán las recomendaciones de Trujillo (2013).

Para el desarrollo de un proyecto en ABP en el aula y concretamente para el desarrollo de esta UD son necesarios diferentes agrupamientos. En este aspecto, se realizarán habitualmente:

- Pequeños grupos heterogéneos

Este tipo de agrupamiento permite al alumnado trabajar en las distintas fases del proyecto de manera más o menos autónoma bajo la supervisión del docente, que actuará como guía y orientador durante la realización del proyecto. Desde el inicio del proyecto se agrupará de cuatro en cuatro a los alumnos, que trabajarán de forma cooperativa y se

mantendrán unidos durante todo el proyecto. En la medida de lo posible, los criterios de formación de grupos serán: conocimientos previos sobre la temática obtenidos de los resultados de la evaluación inicial, la repartición de liderazgo y la afinidad entre iguales. En el aula habitual se unirán cuatro mesas en forma de cuadrado que reúnan a los integrantes del grupo, de modo que se facilite el trabajo cooperativo y la supervisión, orientación y evaluación por parte del docente.

Tras la formación de grupos por parte del profesor, se dará autonomía al alumnado para la elección de roles que facilitarán la comunicación, la organización y el cumplimiento de las tareas que propicien la consecución de los objetivos. En caso de indecisión el profesor orientará en la formación de los mismos. Cada grupo contará con: un portavoz (encargado de la comunicación entre grupos y con el docente), un secretario (encargado de anotar las tareas diarias realizadas y recordar los compromisos grupales), un moderador (que anima al grupo e indica las tareas a realizar) y un organizador (encargado de gestionar el tiempo y el orden).

Mediante este agrupamiento el alumnado realizará una investigación con plantas en el huerto escolar. Además de las tareas necesarias para la realización de los productos, tanto en clase como en el laboratorio y las presentaciones ante la audiencia de los mismos.

- Gran grupo o grupo-clase

Este tipo de agrupamiento permite un diálogo activo entre docente y todo el alumnado. En este sentido se utilizará por el docente para presentar la metodología, la temática del proyecto y las tareas realizar. Además se utilizará para el *evento de entrada* en el que se contará con agentes externos al centro de modo que permita el debate y discusión sobre el tema. Por otra parte, mediante este agrupamiento se realizan las explicaciones sobre los contenidos curriculares, además de informar sobre los objetivos de aprendizaje y los mecanismos de evaluación al alumnado. Dado que el estudiantado estará dispuesto mayoritariamente en mesas de cuatro alumnos, en los momentos de explicaciones el docente se dirigirá a toda la clase con el fin de evitar movimientos de mesas innecesarios.

En conclusión, la presente propuesta de intervención está diseñada para favorecer la autonomía del alumnado en todas las etapas del proyecto. El docente actúa pues, como guía

y orientador en el proceso de enseñanza aprendizaje, si bien puntualmente se realizan breves explicaciones que faciliten la comprensión de las tareas y los contenidos curriculares.

3.3.5. Cronograma

Esta unidad didáctica se va a desarrollar durante el tercer trimestre del curso, después de iniciar el *Bloque 3. Ecología y medio ambiente* a través de los siguientes contenidos indicados en el Decreto 86/2015, de 25 de junio, por el que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia:

- B3.1. Componentes y estructura del ecosistema: Comunidad y biotopo. Hábitat y nicho ecológico.
- B3.2. Factores ambientales y seres vivos. Factores limitantes y adaptaciones. Límite de tolerancia.

Se ha considerado que la introducción del Bloque 3 a través de los contenidos B3.1. y B3.2., permite a al alumnado adquirir los conocimientos necesarios para facilitar la comprensión de los contenidos B3.3., B3.4. y B3.5. de la UD, detallados en la Tabla 3.

Esta propuesta se desarrolla en 12 sesiones y comprende un total de 4 actividades. Dado que la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO cuenta con tres horas lectivas semanales, se ha decidido que se implementaría en el aula entre el 19 de abril y el 14 de mayo, según el calendario escolar 2020-2021. A continuación, en la Tabla 5, se indica la temporalización de las actividades así como un breve resumen de las mismas. No obstante, la secuencia de actividades se detallará en profundidad en el siguiente apartado.

Tabla 5. Temporalización y resumen de las actividades de la propuesta de intervención.

Sesiones	Actividad 0: <i>Evento de entrada</i>
1 19 de abril	Charla debate con invitados y reflexión sobre la problemática ambiental y su relación con el uso de agroquímicos. Presentación de la problemática y explicación sobre ABP y el proyecto a realizar. Detección de conocimientos previos.
	Actividad 1: <i>¿Es verdad que las plantas producen menos con abono orgánico?</i>
2 21 de abril	Formación de los grupos cooperativos que se mantendrán unidos a lo largo del proyecto. Explicación de las tareas de la actividad. Inicio de la investigación con plantas y diseño del experimento. Redacción del inicio del informe científico.
3 23 de abril	Realización de la plantación de plantas de ciclo corto, con tres tratamientos diferentes. Se dejarán crecer y la investigación y el informe se retomará en la Actividad 3.

Actividad 2: ¿Cómo podemos favorecer un agrosistema más diverso que autorregule las plagas de los cultivos?	
4 26 de abril	Explicación de las tareas de la actividad. Explicación sobre los contenidos de ecología y medioambiente.
5 28 de abril	Salida de observación en el entorno del huerto del centro. Elaboración de un listado de especies representativas de todos los niveles tróficos del agrosistema del centro.
6 30 de abril	Ampliación y orden del listado para realizar la pirámide trófica del agrosistema. Elección y búsqueda de información sobre un método de biocontrol de plagas.
7 3 de mayo	Realización de un póster digital que represente la complejidad de la red trófica del agrosistema y el organismo de biocontrol: explicando su función y como implantarlo en el huerto.
Actividad 3: Recogemos los frutos de la investigación	
8 5 de mayo	Presentación de las tareas a realizar en la actividad. Se retoma la investigación con plantas: cosecha y obtención de datos de biomasa de cada tratamiento.
9 7 de mayo	Análisis de datos de la cosecha, realización de gráficos, resultados y conclusiones. Finalización del informe científico.
10 10 de mayo	Reflexión grupal sobre los resultados de las investigaciones. Realización de un póster científico (digital) con los resultados de la investigación con plantas. Se utiliza la información del informe científico (con las propuestas de mejora) y se amplía si es necesario. Tarea de reflexión individual para casa.
11 12 de mayo	Reflexión sobre el proyecto. Autoevaluación y coevaluación del trabajo en grupo. Explicación sobre el funcionamiento de las presentaciones ante el público de los dos pósters realizados. Últimos retoques en los productos a exponer en base a las propuestas de mejora.
12 14 de mayo	Exposiciones de los productos del alumnado en el salón de actos del centro ante el público invitado, con motivo del <i>Día de la ciencia del centro</i> .

Fuente: *elaboración propia*.

3.3.6. Secuencia de actividades

3.3.6.1. Actividad 0 (A0): *Evento de entrada*

La actividad empieza con un *evento de entrada*, que pretende captar la atención del alumnado y favorecer la reflexión sobre la crisis medioambiental relacionada con el uso de agroquímicos. En este sentido participan en clase profesionales del sector agrícola, que exponen una problemática real de actualidad, dotando al proyecto de significado. La actividad tiene una duración de una sesión ya que solamente se trata de una introducción al proyecto. En la Tabla 6 se detallan las características de la *Actividad 0*:

Tabla 6. Características de la *Actividad 0*.

Actividad 0		Sesiones
<i>Evento de entrada</i>		1
Objetivos	Contenidos	
Reflexión sobre la crisis medioambiental y los agroquímicos. Presentación y explicación del ABP y el proyecto a realizar. Detección de conocimientos previos.	CB3.3, CB3.4, CB3.5, CB4.1, CB4.3	
Desarrollo de las sesiones		

<u>Sesión nº1 (50 min)</u> Charla debate con invitados y planteamiento del reto al alumnado (25 min). Explicación sobre la metodología ABP, del proyecto a realizar y lanzamiento de las preguntas guía (15min). Cuestionario de detección de conocimientos previos (10 min).													
Espacio		Agrupamiento				Recursos							
Aula		Gran grupo				Asientos para los profesionales invitados Pizarra							
Criterios de evaluación													
B3.4, B3.5, B4.1, B4.2													
Instrumentos de evaluación													
Cuestionario de conocimientos previos (no calificable)													
Competencias													
CCL	x	CMCCT	x	CD		CAA	x	CSIEE	x	CEC	x	CSC	x

Fuente: *elaboración propia*.

Sesión nº 1 (A0)

La sesión se inicia con una charla debate en la que se reflexiona sobre la crisis medioambiental y su relación con el uso de agroquímicos. Además los invitados explican al alumnado las nuevas tendencias de la agricultura europea, explicadas en la justificación y contextualización del presente trabajo. Exponen que desean convertir sus explotaciones a la agricultura ecológica, sin embargo temen que el rendimiento de sus cosechas sea mucho menor al utilizar abonos orgánicos, además con la prohibición del uso de pesticidas de síntesis química desconocen cómo hacer frente a las plagas de los cultivos. Se anima al alumnado a generar hipótesis y reflexionar sobre el tema del proyecto, a través de preguntas del tipo: ¿Cómo podemos reducir el impacto de los fertilizantes y fitosanitarios en el medio ambiente? ¿Qué alternativas tenemos? ¿Conocéis algún método de lucha biológica? ¿Creéis que produce menos la agricultura ecológica? ¿Por qué? ¿Podemos comprobarlo? (25 min).

Una vez captada la aptada la atención del alumnado se explica la importancia de las investigaciones y se le plantea un reto que consiste en la realización de un proyecto de investigación real, que determine si el cambio de abono químico a orgánico produce un descenso en el rendimiento de las cosechas. Además tendrán que investigar sobre métodos de lucha biológica que permitan el manejo de las plagas en ausencia de fitosanitarios de síntesis química. Acto seguido se explica que durante 12 sesiones se trabajará con la metodología ABP, los objetivos didácticos y los productos a realizar. Se lanza *pregunta guía* que dota de sentido al proyecto: *¿Podemos producir suficientes alimentos para 8.000.000.000 de personas sin fertilizantes y pesticidas de síntesis química?* Se exponen también las dos

preguntas que guiarán al alumnado en las siguientes actividades: *¿Es verdad que las plantas producen menos con abono orgánico?* y *¿Cómo podemos favorecer un agrosistema diverso que autorregule las plagas de los cultivos?* (15 min). Al fin de la sesión se despide a los invitados y se realiza un breve cuestionario que permitirá detectar los conocimientos previos sobre los contenidos del proyecto y además, facilitará la formación de grupos colaborativos heterogéneos (10 min).

3.3.6.2. Actividad 1 (A1): *¿Es verdad que las plantas producen menos con abono orgánico?*

Con esta actividad se pretende que el alumnado, en grupos cooperativos, inicie un proyecto de investigación con plantas de ciclo corto que permita determinar la diferencia de productividad en función del tipo de fertilizante utilizado. Para ello es importante que los recursos materiales necesarios para el desarrollo de la actividad, detallados en la Tabla 10, se tengan preparados con anterioridad. Al finalizar la actividad, cada grupo habrá puesto en marcha un experimento que consiste en plantar una especie de ciclo corto con tres tratamientos distintos a testear: grupo control (sin abono), grupo abono orgánico y grupo abono químico. La actividad se desarrolla en 2 sesiones, una para planificar el experimento y otra para realizar la plantación. Al tratarse de una investigación con plantas que requieren al menos 10 días de crecimiento, se ha optado por dividir la investigación en dos actividades. Es decir, la siguiente parte de la investigación y la realización del producto correspondiente se desarrollarán en la *Actividad 3*, una vez que las plantas hayan crecido. En la Tabla 7 se muestran las características de la *Actividad 1*.

Tabla 7. Características de la Actividad 1.

Actividad 1											Sesiones			
¿Es verdad que las plantas producen menos con abono orgánico?											2-3			
Objetivos				Contenidos										
OD4, OD6				CB4.1, CB4.3										
Desarrollo de las sesiones														
<p><u>Sesión nº2 (50 min)</u> Formación de grupos cooperativos (5 min). Explicación sobre la actividad y funcionamiento de una investigación. Entrega de rúbricas (10 min). Inicio de la investigación: formulación y justificación de hipótesis. Diseño del experimento (35 min).</p> <p><u>Sesión nº3 (50 min)</u> Explicación de la tarea de plantación (10 min). Adjudicación del terreno, plantación con 3 tratamientos diferentes y marcaje (35 min). Regar, guardar las herramientas y aseo (5 min).</p>														
Espacio y agrupamiento				Recursos										
Aula Huerto escolar Grupos cooperativos				Pizarra Plantilla de informe Ordenadores e-portafolio Cinta métrica				Plántulas de ciclo corto (lechuga, espinaca, etc) Fertilizantes orgánicos y químicos Herramientas de jardinería (azadillas, rastrillos y pala de mano) Marcadores de plantas Botellas reutilizadas (riego)						
Criterios de evaluación														
B4.1, B4.2, B4.4														
Instrumentos de evaluación														
Rúbrica de heteroevaluación														
Competencias														
CCL	x	CMCCT	x	CD	x	CAA	x	CSIEE	x	CEC		CSC	x	

Fuente: elaboración propia.

Sesión nº 2 (A1)

Se forman los grupos cooperativos y se procede a la asignación de roles (5 min). A cada grupo se le facilita una plantilla a modo de informe científico que tendrán disponible en el e-portafolio del grupo. Acto seguido se entregan las rúbricas y se explica el funcionamiento y las etapas a seguir en la investigación, y del tiempo y recursos disponibles para realizarla (10 min). Se pondrá a disposición del alumnado un listado de abonos orgánicos y químicos en distintos formatos y un listado de plantas de ciclo corto para que puedan elegir el tratamiento y la especie o variedad de planta. El alumnado debe formular y justificar la elección de la hipótesis, además de diseñar el experimento que permita dar respuesta a la pregunta que da nombre a la actividad, en función de los recursos disponibles. Para ello puede buscar información en internet que justifique la elección de la hipótesis (35 min). El alumnado puede continuar con el diseño en casa si lo considera necesario trabajando en el e-portafolio grupal.

Sesión nº 3 (A1)

En esta sesión se procede a la aplicación práctica del diseño del experimento de la anterior sesión y da término a la actividad. Previo a la plantación se habrán comprado las plántulas y abonos necesarios para la realización del experimento, que se tendrán preparados junto al resto de materiales en la proximidad del huerto escolar. Además se habrá revisado el e-portafolio para detectar y corregir errores en el diseño del experimento no detectados durante la clase. La sesión se inicia en clase con una breve explicación de la tarea y se resuelven dudas. Luego, la plantación se desarrolla en el huerto escolar (10 min).

A cada grupo se le adjudica un cuadrado de terreno de 0,8 m x 1,2 de terreno, en el que plantará tres líneas de 10 plantas de la misma especie (30 plántulas por grupo). A cada línea se aplicará un tratamiento diferente (control, abono químico y orgánico). El marco de plantación será de 10 cm entre planta y 20 cm entre líneas, que se marcarán adecuadamente con etiquetas plásticas para evitar confusiones el día de recolección de los datos (35 min). Al finalizar la tarea se procede a regar y guardar las herramientas. Se dejará un tiempo para el aseo (5 min). El marco de plantación elegido, se considera suficiente para llevar a cabo el experimento y por su reducido tamaño, permite que en una sola sesión se pueda preparar el terreno y plantar. Además viabiliza la propuesta en huertos escolares pequeños, ya que cada grupo necesita menos de 1m³ para realizar su experimento. Las plantas se dejarán crecer aproximadamente 13 días, tiempo suficiente para recoger los datos de biomasa de cada tratamiento que serán objeto de análisis en la *Actividad 3*. Como la actividad se desarrolla entre los meses de abril y mayo, el huerto no necesitará de riegos posteriores dadas las temperaturas suaves e higrometría elevada del territorio gallego en ese período del año.

3.3.6.3. Actividad 2 (A2): ¿Cómo podemos favorecer un agrosistema más diverso que autorregule las plagas de los cultivos?

A través de esta actividad se pretende que los grupos de alumnos generen el primer producto del proyecto. Este consistirá en la realización de un póster que describa las relaciones entre los seres vivos presentes en un huerto (red trófica del agrosistema). Además

deberá incluir un método de lucha biológica que permita la autorregulación de una plaga del agrosistema. La actividad se desarrolla en cuatro sesiones. En la Tabla 8 se muestran las características de la *Actividad 2*.

Tabla 8. Características de la Actividad 2.

Actividad 2		Sesiones											
¿Cómo podemos favorecer un agrosistema más diverso que autorregule las plagas de los cultivos?		4-7											
Objetivos	Contenidos												
OD1, OD2, OD6	CB3.3, CB3.4, CB3.5, CB4.3												
Desarrollo de las sesiones													
<p><u>Sesión nº4 (50 min)</u> Breve reflexión sobre la actividad anterior (5 min). Explicación sobre las tareas y el póster a realizar y revisión de rúbricas de heteroevaluación (15 min). Explicación sobre los contenidos curriculares de la actividad para facilitar la comprensión (25 min). Introducción de la siguiente sesión (5 min).</p> <p><u>Sesión nº5 (50 min)</u> Salida de observación en el entorno del huerto del centro (50 min): Elaboración de un listado con especies de todos los niveles tróficos del agrosistema del centro. Realización de fotografías de las especies con el móvil. Se puede completar el listado en casa si no se encuentran abundantes ejemplos de todos los niveles.</p> <p><u>Sesión nº6 (50 min)</u> Distribución de tareas entre los componentes del grupo (5 min). Orden del listado, ampliación de información e imágenes y búsqueda de información (45 min): Orden del listado y creación de una pirámide trófica y subir al e-portafolio. Descarga de las fotos en una carpeta creada en el e-portafolio. Elección y búsqueda de información en internet sobre un método de biocontrol.</p> <p><u>Sesión nº7 (50 min)</u> Póster con la red trófica del agrosistema y el organismo de biocontrol: Distribución de tareas (5 min). Realización del póster en la herramienta <i>online</i> o <i>software</i> elegido por el grupo. Subir al e-portafolio (45 min).</p>													
Espacio y agrupamiento	Recursos												
Aula Huerto escolar y entorno del centro Gran grupo Grupos cooperativos	Pizarra y proyector Ordenador o tableta del profesor Libro de texto e-portafolio	Dispositivos móviles para fotografiar Listado para completar las especies Ordenadores con acceso a internet Software de creación de pósteres											
Criterios de evaluación													
B3.4, B3.5, B4.4													
Instrumentos de evaluación													
Rúbrica de heteroevaluación													
Competencias													
CCL	x	CMCCT	x	CD	x	CAA	x	CSIEE	x	CEC	x	CSC	x

Fuente: *elaboración propia*.

Sesión nº 4 (A2)

La sesión comienza con una breve reflexión sobre la anterior actividad (5 min). Luego se realiza una explicación sobre las tareas y el producto a realizar durante las 4 sesiones de la segunda actividad. Se revisan las rúbricas con las que se evaluarán las tareas encomendadas (15 min). Acto seguido se explican los conceptos básicos sobre las relaciones entre los seres vivos y los mecanismos de autorregulación de los ecosistemas que el alumnado debe conocer para realizar las tareas. Se empleará el libro de texto y el proyector para ilustrar los contenidos. (25 min). Al término de la sesión se introduce la siguiente (5 min).

Sesión nº 5 (A2)

Durante esta sesión se realiza una salida de observación en el huerto escolar, en la que los grupos de alumnos elaboran un listado de las especies representativas que conforman el agrosistema que conforman el huerto y el entorno del centro. Además, con el dispositivo móvil realizarán fotografías de las especies encontradas, que podrán utilizar tanto para su posterior identificación como para incluir en el póster que deberán realizar en la cuarta sesión. El listado debe ser lo más completo posible e incluir organismos de cada nivel trófico: productores, consumidores primarios, secundarios y superdepredadores, además de descomponedores y polinizadores. El alumnado podrá ampliar el listado buscando información en casa si no encuentra suficientes organismos de alguno de los grupos (50 min).

Sesión nº 6 (A2)

En esta sesión, el alumnado ordenará la lista de organismos según el nivel trófico realizando una pirámide trófica y creará una carpeta en el e-portafolio, en la que se suben las fotografías de cada especie. Se dejarán 5 min para que los grupos distribuyan las tareas entre los integrantes. Durante la clase tendrán acceso al buscador para ampliar la pirámide trófica y descargar fotografías de la red si es necesario. Por otra parte deberán escoger y buscar información sobre el método de biocontrol que tendrán que desarrollar para su inclusión en el póster (45 min).

Sesión nº 7 (A2)

La tarea a desarrollar en esta sesión consiste en la realización de un póster que incluya la red trófica del agrosistema analizado y el método de biocontrol escogido. Para ello puede valerse del *software* o herramienta *online* que decida el grupo (*Power point, Canva, Genially, etc.*). Una vez terminado se sube al e-portafolio del grupo para que el profesor pueda aportar propuestas de mejora de cara a la evaluación final del producto (50 min). Si el grupo no termina el póster o desea mejorarlo en base a la rúbrica entregada puede hacerlo en casa. El póster debe contener al menos:

- Título, nombre de los integrantes del grupo, imágenes de las especies con su nombre (común y científico).
- Las relaciones inter e intraespecíficas detectadas entre las especies unidas con flechas, indicando el nombre y definición de las relaciones (parasitismo, competencia, predación, simbiosis, etc.)
- Un método de biocontrol. Se debe indicar el organismo elegido, cuál es su función ecosistémica (contra qué plaga se utiliza y de qué modo actúa sobre esta) y como facilitar su implantación en el cultivo.

3.3.6.4. Actividad 3 (A3): *Recogemos los frutos de la investigación*

Esta actividad puede considerarse la más importante ya que al final de la misma el alumnado expondrá los productos realizados ante una audiencia real, dando término al proyecto. En esta actividad se retoma la investigación iniciada en la Actividad 1. Es decir, se recogerán los datos del experimento realizado (biomasa de cada tratamiento), se analizarán, y se presentarán los resultados y las conclusiones de la investigación. Para ello, el alumnado tendrá que realizar un póster científico, que junto al póster realizado en la anterior actividad serán presentados en el salón de actos, con motivo del *Día de la ciencia*. Cabe destacar que este evento debe de contar con la autorización pertinente por parte de la dirección del centro. La actividad tiene una duración total de 5 sesiones que se describen en la Tabla 9.

Tabla 9. Características de la Actividad 3.

Actividad 3		Sesiones											
Recogemos los frutos de la investigación		8-12											
Objetivos	Contenidos												
OD1, OD2, OD3, OD4, OD5, OD6	CB3.3, CB3.4, CB3.5, CB4.1, CB4.3												
Desarrollo de las sesiones													
<p><u>Sesión nº8 (50 min)</u> Explicación sobre el funcionamiento y las tareas a realizar en la actividad (10 min). Desplazamiento al huerto (5 min). Observación de anomalías en el experimento con plantas (5 min). Cosecha separada de las tres muestras de plantas con distintos tratamientos (5 min). Desplazamiento al laboratorio y pesado de las muestras (obtención de datos cuantitativos de biomasa) (20 min). Orden y limpieza del laboratorio (5 min).</p> <p><u>Sesión nº9 (50 min)</u> Explicación del desarrollo de la sesión (5 min). Distribución de tareas en los grupos (5 min). Tratamiento de datos de la cosecha, realización de gráficos, contraste de hipótesis y continuación de la redacción del informe científico (40 min).</p> <p><u>Sesión nº10 (50 min)</u> Reflexión grupal sobre los resultados de las investigaciones y explicación de la tarea (5 min). Distribución de tareas en los grupos (5 min). Realización del póster científico con la herramienta <i>online</i> o <i>software</i> elegido por el grupo. Subir al e-portafolio (35 min). Explicación de la tarea individual evaluable para casa: responder a la pregunta guía, justificando su respuesta (5 min).</p> <p><u>Sesión nº11 (50 min)</u> Breve reflexión sobre el proyecto y autoevaluación y coevaluación del trabajo en grupo (15 min). Explicación sobre el funcionamiento de las presentaciones y determinación del orden de intervención de los grupos (5 min). Tiempo para que el alumnado decida el orden de intervención dentro del grupo y realice las últimas modificaciones de los productos que considere necesarias (30 min).</p> <p><u>Sesión nº12 (90 min)</u> Introducción del proyecto por parte del profesor ante la audiencia (5 min). Intervenciones del alumnado ante el público (50 min). Despedida del evento por parte del profesor (5 min). El alumnado atiende e interactúa con los asistentes al evento en las inmediaciones del salón de actos (30 min).</p>													
Espacio y Agrupamiento	Recursos												
Aula Salón de actos Gran grupo Grupos cooperativos Individual (tarea en casa)	Software de creación de pósteres Proyector y ordenador/tableta para el salón de actos Panel con los pósteres impresos	Recipientes y tijeras para la cosecha Básculas Ordenadores e-portafolio Hoja de cálculos											
Criterios de evaluación													
B3.4, B3.5, B4.1, B4.2, B4.4, B4.5													
Instrumentos de evaluación													
Rúbrica de heteroevaluación Reflexión personal sobre la pregunta guía Cuestionario de auto y coevaluación del trabajo en grupo													
Competencias													
CCL	x	CMCCT	x	CD	x	CAA	x	CSIEE	x	CEC	x	CSC	x

Fuente: elaboración propia.

Sesión nº 8 (A3)

Al inicio de la sesión, en clase, se explica el funcionamiento y las tareas que se deben realizar a lo largo de la presente actividad y se resuelven dudas al respecto. Se recuerda que se debe seguir la plantilla del informe científico y la rúbrica facilitada en la *Actividad 1* (10 min).

El alumnado se dispone a recoger los datos necesarios para terminar la investigación desplazándose al huerto (5 min). Antes de iniciar la cosecha se observará con detenimiento la parcela asignada y anotarán las posibles anomalías que puedan afectar al resultado de la investigación, como la presencia de plagas, muerte de algunas plantas, etc. (5 min). Posteriormente, se cosechará en recipientes separados cada una de las tres muestras de plantas con distinto tratamiento, valiéndose del marcador insertado en la *Actividad 1* (5 min). Una vez cosechadas se llevan al laboratorio y se pesan para obtener los datos de biomasa correspondientes a cada tratamiento, que se anotarán para su posterior análisis en la siguiente sesión (20 min). Al finalizar la tarea el alumnado dispondrá de 5 min para el orden y limpieza del laboratorio.

Para asegurar el cumplimiento horario, el material necesario para la cosecha (recipientes y tijeras) así como las básculas utilizadas en el laboratorio se tendrán preparados con anterioridad al inicio de la sesión. Además el docente debe manejar los tiempos correctamente dado que el alumnado realizará dos desplazamientos cortos en la sesión.

Sesión nº 9 (A3)

El docente explica el desarrollo de la sesión (5 min). El propósito de la misma es retomar y terminar el informe científico iniciado en la *Actividad 1* que servirá de base para la creación del póster científico. Por tanto tendrán que analizar los datos, presentar los resultados y sacar conclusiones. Con anterioridad al inicio de la sesión el informe contará con las correcciones y propuestas de mejora realizadas por el profesor.

Se dejan 5 minutos para que los grupos repartan las tareas entre los integrantes. En los 40 minutos restantes se realiza el tratamiento de los datos de la cosecha, que permitirá

contrastar la hipótesis planteada al inicio de la investigación. Para ello introducirán en una hoja de cálculos los datos de biomasa obtenidos en cada uno de los tratamientos (control, orgánico y químico). Además realizarán un diagrama de barras que enfrente el peso en el eje de ordenadas y el nombre del tratamiento en el eje de abscisas que servirá para ilustrar el producto final. Además continuarán con la redacción del informe en el e-portafolio hasta su finalización durante la clase o en casa, si lo consideran necesario. Durante toda la sesión contarán con la orientación del profesor que por otra parte realizará las correcciones y propuestas de mejora pertinentes para la siguiente sesión.

Sesión nº 10 (A3)

La tarea encomendada para esta sesión consistirá en la elaboración de un póster científico que muestre los resultados obtenidos de la investigación iniciada en la *Actividad 1*. El informe científico corregido por el profesor sentará las bases para la realización del producto final.

La sesión empieza con una breve reflexión sobre los resultados de las investigaciones de los grupos. Acto seguido se explica la tarea y se recuerda al alumnado que siga la rúbrica de evaluación y se base en el informe para la realización del mismo teniendo en cuenta las correcciones (10 min). Se dejan 5 minutos para la distribución de tareas de los integrantes del grupo. El alumnado comienza la realización del póster utilizando las herramientas digitales que el grupo considere oportuno hasta el fin de la sesión (30 min). El póster a realizar debe contener como mínimo los siguientes apartados: logo del centro educativo, título e integrantes del grupo, introducción, material y métodos, resultados y discusión, conclusiones, bibliografía y agradecimientos. Los apartados que lo necesiten deben ser acompañados con fotografías y gráficos, que ilustren y faciliten la comprensión del póster.

Al finalizar la clase se explica la tarea individual evaluable que deben hacer en casa (5 min). Se trata de una reflexión crítica sobre lo aprendido durante el proyecto, retomando la pregunta guía planteada en la primera sesión: *¿Podemos producir suficientes alimentos para 8.000.000.000 de personas sin fertilizantes y pesticidas de síntesis química?* En este sentido,

se requerirá a cada alumno que responda a esa pregunta. Para ello debe justificar su respuesta realizando una reflexión crítica en la que exponga los resultados de las investigaciones y explique los beneficios e inconvenientes que supone cambiar el modelo agrícola actual (ver Anexo A).

Sesión nº 11 (A3)

En esta sesión se hará una breve reflexión sobre el proyecto, que culminará el día siguiente con la presentación ante la audiencia de los productos realizados. Además el alumnado se preparará para las exposiciones y tendrá la oportunidad de hacer los últimos cambios en los productos.

La sesión comienza con una breve reflexión sobre el proyecto, comentando lo que los alumnos respondieron el día anterior sobre la pregunta guía. Acto seguido el alumnado autoevaluará y coevaluará el trabajo realizado por el grupo mediante el cuestionario del Anexo B (15 min).

A continuación se realiza una explicación sobre el funcionamiento de las presentaciones de los productos. Se indica que, tras la introducción del profesor, los integrantes de cada grupo presentarán en el salón de actos los resultados de sus investigaciones, ante los asistentes del evento. Para ello utilizarán como soporte los dos pósteres creados, proyectados en la pantalla del salón de actos. Cada grupo dispone de un tiempo de 8 minutos por exposición. El profesor determinará azarosamente el orden de intervención de los grupos, sacando de un recipiente, uno a uno, los papeles que indican el número de grupo (5 min).

Finalmente se dará un tiempo al alumnado para que decida el orden de presentación de los interventores del grupo y terminen, o hagan las modificaciones que consideren necesarias, en los productos a exponer. Se asegura que las producciones terminadas se guardan en el e-portafolio grupal para la evaluación final (30 min).

Sesión nº 12 (A3)

Durante esta sesión, el alumnado presentará sus producciones ante los asistentes del evento, enmarcado en el *Día de la ciencia del centro*. En este sentido, se invitará a participar con anterioridad tanto a los miembros de la comunidad educativa, como a los profesionales locales del sector agrícola. La sesión se realiza en dos lugares diferentes: en salón de actos, en donde se hacen las presentaciones y en las inmediaciones del mismo, en donde los alumnos atienden a los invitados al evento.

Al inicio de la sesión el profesor realiza una introducción para todos los asistentes de la sala, explicando el proyecto realizado por los alumnos (5 min).

Acto seguido comienzan las intervenciones del alumnado, que se realizarán siguiendo el orden establecido en la sesión anterior. Cada grupo dispone aproximadamente de ocho minutos para realizar su exposición y dos minutos de preparación (entrada y salida del escenario). El profesor cambia la presentación del grupo durante el tiempo de entrada del siguiente en el escenario. Mientras un grupo expone, el profesor evalúa las presentaciones del grupo en cuestión mediante una rúbrica (50 min).

Al finalizar las presentaciones, el profesor despide el evento y ruega a los asistentes que rellenen un breve cuestionario de evaluación del proyecto que se encuentra a la salida del salón de actos (5 min). Para ello se dispondrán con anterioridad al evento cinco mesas con los cuestionarios, que serán custodiados por cada uno de los grupos al término de las intervenciones. Al lado de cada mesa se dispondrá de un panel con los pósteres impresos para que los presentes puedan valorarlos y facilitar la interacción con los alumnos (30 min). De este modo, el alumnado recibirá el *feedback* y la felicitación de los asistentes tras el trabajo realizado.

3.3.7. Recursos

A continuación, en la Tabla 10 se detallan los recursos necesarios para el desarrollo de la propuesta de intervención. No obstante, en las Tablas 6, 7, 8 y 9 presentes en el anterior apartado, se detalla en profundidad el uso de los recursos en cada actividad.

Tabla 10. Recursos necesarios para el desarrollo de la unidad didáctica.

Recursos materiales y TIC
<p>Básculas de precisión para el pesado de las plantas.</p> <p>Ordenadores con conexión a internet para los alumnos.</p> <p>Dispositivos móviles con cámara de fotos.</p> <p><i>E-portafolio</i>: plataforma de almacenamiento de datos tipo <i>Google drive</i>.</p> <p><i>Software</i> de creación de pósteres (<i>Power point, Canva, Genially</i>, etc).</p> <p><i>Software</i> para hoja de cálculos (<i>Microsoft Excel, LibreOffice Calc</i>, etc).</p> <p>Libro de texto o temario para estudio.</p> <p>Ordenador y proyector para el salón de actos.</p> <p>Paneles con los pósteres impresos.</p>
Recursos para el experimento en el huerto
<p>Distintos tipos de abono mineral y orgánico en formatos líquido y sólido.</p> <p>Plántulas de plantas de ciclo corto (lechuga, espinaca, rabanito, etc.).</p> <p>Botellas plásticas reutilizadas (riego).</p> <p>Azadillas, rastrillos y pala de mano.</p> <p>Marcadores de plantas.</p> <p>Cinta métrica.</p> <p>Tijeras de jardinería para la cosecha.</p> <p>Recipientes para separar las cosechas.</p>
Recursos humanos
<p>Profesionales del sector agrícola (agricultores y/o técnicos) para el evento de entrada.</p> <p>Audiencia externa a la clase.</p>
Recursos espaciales
<p>Clase habitual.</p> <p>Huerto escolar.</p> <p>Laboratorio.</p> <p>Salón de actos del centro.</p> <p>Lugar en las inmediaciones del salón de actos del centro.</p>

Fuente: *elaboración propia*.

3.3.8. Evaluación

Para la evaluación de la presente unidad didáctica se tendrán en cuenta los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables especificados en el apartado 3.3.3.

Al inicio de la unidad didáctica se realizará una evaluación inicial (no calificable) que permite conocer los conocimientos previos del alumnado, mediante un cuestionario de preguntas abiertas.

Asimismo, durante toda la duración del proyecto, se realizarán evaluaciones formativas que permitan revisar los avances del alumnado y proponer mejoras de cara a la evaluación final de los productos. En este sentido, el e-portafolio del grupo es el lugar en donde, tras cada sesión, el alumnado deposita sus avances para ser corregidos por el profesor. Tras cada entrega, el docente evalúa el trabajo realizado mediante la rúbrica correspondiente y aporta el *feedforward* que permita al alumnado mejorar sus producciones hasta la entrega definitiva que será objeto de calificación.

Se han diseñado rúbricas para la heteroevaluación de las producciones del alumnado (Tablas 12 y 13) y para el trabajo en grupo y la exposición oral ante el público (Tabla 14). Por otro lado se ha realizado un cuestionario de coevaluación y heteroevaluación del trabajo en grupo (Anexo B) y una pregunta de reflexión individual (Anexo A). Los criterios de calificación propuestos para la nota final que el alumnado obtendrá tras la impartición de la UD se muestran en la Tabla 11:

Tabla 11. Criterios de calificación de la propuesta de intervención.

Nota	Aspectos evaluables	Instrumentos
20%	Informe científico.	Rúbrica (Tabla 12)
15%	Póster de la red trófica y organismo de lucha biológica.	Rúbrica (Tabla 13)
15%	Póster científico.	Rúbrica (Tabla 12)
10%	Pregunta de reflexión individual.	Reflexión individual (Anexo A)
20%	Trabajo en grupo.	Rúbrica (Tabla 14)
5%	Cuestionario de autoevaluación y coevaluación.	Cuestionario (Anexo B)
15%	Exposición oral.	Rúbrica (Tabla 14)

Fuente: *elaboración propia.*

A continuación en las Tablas 12, 13, y 14 se muestran las rúbricas diseñadas en relación a los estándares de aprendizaje evaluables de la propuesta de intervención:

Tabla 12. Rúbrica de heteroevaluación del informe y el póster científico.

Estándares de aprendizaje evaluables				
BXB4.1.1. Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia. BXB4.2.1. Utiliza argumentos que justifiquen las hipótesis que propone. BXB4.5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación sobre plantas o animales, para su presentación y su defensa en el aula. Expresa con precisión y coherencia las conclusiones de sus investigaciones, tanto verbalmente como por escrito.				
Categoría	4 Excelente	3 Satisfactorio	2 Mejorable	1 Insuficiente
Introducción.	Se explica correctamente el objetivo de la investigación y se relaciona con la problemática inicial.	Se explica el objetivo de la investigación y se relaciona con la problemática inicial con alguna carencia.	Se explica vagamente el objetivo de la investigación o no se relaciona con la problemática inicial.	No se explica el objetivo de la investigación ni se relaciona con la problemática inicial.
Hipótesis.	Se plantea una hipótesis y se justifica correctamente.	Se plantea una hipótesis y se justifica con alguna carencia.	Se plantea una hipótesis pero no se justifica.	No se plantea una hipótesis.
Diseño del experimento.	Se describe completamente el procedimiento y los materiales necesarios para comprobar la hipótesis.	Se describe el procedimiento y los materiales necesarios para comprobar la hipótesis con alguna carencia.	Se describe con errores el procedimiento y los materiales necesarios para comprobar la hipótesis.	El procedimiento descrito no permite comprobar la hipótesis planteada.
Desarrollo del experimento.	Se siguen los pasos del diseño del experimento con rigurosidad.	Se siguen los pasos del diseño con algunas carencias.	Se siguen los pasos del diseño del experimento con errores.	No se respetan los pasos del diseño del experimento.
Recogida y análisis de datos.	Los datos se recogen y analizan correctamente.	Los datos se recogen y analizan con alguna imprecisión.	Los datos se recogen y analizan con algunos errores.	Los datos se recogen y analizan con errores graves.
Resultados.	Los resultados y los gráficos son presentados correctamente.	Los resultados y los gráficos son presentados con alguna imprecisión.	Los resultados y los gráficos son presentados con errores.	Los resultados y los gráficos no son presentados o tienen muchos errores.
Conclusiones.	Se comprueba la hipótesis correctamente en base a los resultados obtenidos y se incluyen mejoras en el experimento.	Se comprueba la hipótesis en base a los resultados obtenidos. Pero no se incluyen mejoras en el experimento.	Se comprueba la hipótesis en base a los resultados obtenidos con algunos errores. No se incluyen mejoras en el experimento.	No se comprueba la hipótesis ni se incluyen mejoras en el experimento.
Bibliografía.	Se incluye toda la bibliografía. Esta es relevante y fiable.	Se incluye toda la bibliografía. Alguna no es relevante o fiable.	Se incluye parte de la bibliografía. Alguna no es relevante o fiable.	No se incluye bibliografía.
Estética del póster.	Original y atractivo. Las imágenes se adecúan al contenido. Se presenta toda la información demandada de forma clara y bien organizada. Facilita la lectura y la comprensión.	Cumple los objetivos estéticos. Las imágenes se adecúan al contenido. En general se presenta toda la información demandada de forma clara y organizada. Facilita la lectura y la comprensión.	Poco atractivo. Imágenes poco adecuadas al contenido. La información se presenta organizada pero de manera poco clara. Dificulta la comprensión.	Muy poco atractivo. No presenta imágenes o son inadecuadas. Se presenta la información desordenada. Difícil de leer o comprender.

Fuente: elaboración propia a partir de Decreto 86/2015.

Tabla 13. Rúbrica de heteroevaluación del póster de la red trófica y el organismo de lucha biológica.

Estándares de aprendizaje evaluables				
BXB3.5.1 Reconoce los niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas y valora la importancia para la vida en general y el mantenimiento de estas. BXB3.4.1. Reconoce y describe relaciones y su importancia en la regulación de los ecosistemas, interpretando casos prácticos en contextos reales. BXB4.5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación sobre plantas o animales, para su presentación y su defensa en el aula. Expresa con precisión y coherencia las conclusiones de sus investigaciones, tanto verbalmente como por escrito.				
Categoría	4 Excelente	3 Satisfactorio	2 Mejorable	1 Insuficiente
Listado de especies.	Incluye más de 2 organismos en cada uno de los niveles tróficos.	Incluye más de 2 organismos en casi todos los niveles tróficos.	Incluye 2 o menos organismos en todos los niveles tróficos.	Incluye menos de 2 organismos en todos los niveles tróficos.
Pirámide trófica.	Los organismos presentes en la pirámide trófica están representados en cada uno de los niveles correctamente.	Los organismos presentes en la pirámide trófica están representados en cada uno de los niveles con alguna carencia.	Los organismos presentes en la pirámide trófica están representados en cada uno de los niveles con varios errores.	Los organismos presentes en la pirámide trófica no están representados en cada uno de los niveles o tienen muchos errores.
Red trófica del agrosistema.	Se describen correctamente todas las relaciones existentes entre los organismos.	Se describen correctamente más la mayor parte de las relaciones existentes entre los organismos.	Se describen correctamente algunas de las relaciones existentes entre los organismos.	Se describen correctamente menos del 50% de las relaciones existentes entre los organismos.
Organismo de biocontrol.	Se indica correctamente su función como regulador de plagas y el modo de implantarlo en el huerto.	Se indica con algunas carencias su función como regulador de plagas y el modo de implantarlo en el huerto.	Se indica con errores su función como regulador de plagas y el modo de implantarlo en el huerto.	Se indica con muchos errores su función como regulador de plagas y el modo de implantarlo en el huerto.
Estética del póster.	Original y atractivo. Las imágenes se adecúan al contenido. Se presenta toda la información demandada de forma clara y bien organizada. Facilita la lectura y la comprensión.	Cumple los objetivos estéticos. Las imágenes se adecúan al contenido. En general se presenta toda la información demandada de forma clara y organizada. Facilita la lectura y la comprensión.	Poco atractivo. Imágenes poco adecuadas al contenido. La información se presenta organizada pero de manera poco clara. Dificulta la comprensión.	Muy poco atractivo. No presenta imágenes o son inadecuadas. Se presenta la información desordenada. Difícil de leer o comprender.

Fuente: elaboración propia a partir de Decreto 86/2015.

Tabla 14. Rúbrica de heteroevaluación del trabajo en grupo y la exposición oral.

Estándares de aprendizaje evaluables				
BXB4.4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y en grupo. BXB4.5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación sobre plantas o animales, para su presentación y su defensa en el aula. Expresa con precisión y coherencia las conclusiones de sus investigaciones, tanto verbalmente como por escrito.				
Categoría	4 Excelente	3 Satisfactorio	2 Mejorable	1 Insuficiente
Exposición oral.	Expresa con absoluta precisión y coherencia las conclusiones de la investigación.	Expresa con precisión y coherencia las conclusiones de la investigación.	Expresa con poca precisión y coherencia las conclusiones de la investigación.	No expresa con precisión y coherencia las conclusiones de la investigación.
Participación y colaboración.	Siempre participa y colabora activamente en las tareas grupales aportando ideas.	Generalmente participa y colabora activamente en las tareas grupales aportando ideas.	A veces participa y colabora activamente en las tareas grupales y no siempre aporta ideas.	Nunca participa ni colabora activamente en las tareas grupales aportando ideas.
Interacciones grupales.	Siempre valora y respeta el trabajo en grupo teniendo en cuenta las opiniones expresadas por los compañeros.	Generalmente valora y respeta el trabajo en grupo teniendo en cuenta las opiniones expresadas por los compañeros.	No siempre valora y respeta el trabajo en grupo o no tiene en cuenta las opiniones expresadas por los compañeros.	No muestra respeto por el trabajo en grupo ni tiene en cuenta las opiniones expresadas por los compañeros.
Trabajo individual.	Siempre se responsabiliza del cumplimiento de sus tareas y asume sus funciones.	Generalmente se responsabiliza del cumplimiento de sus tareas y asume sus funciones.	No siempre se responsabiliza del cumplimiento de sus tareas y asume sus funciones.	Nunca se responsabiliza del cumplimiento de sus tareas ni asume sus funciones.

Fuente: elaboración propia a partir de Decreto 86/2015.

La UD *Nuevas tendencias de la agricultura* no contempla la presencia de ACNEAE en el aula. Sin embargo, la naturaleza práctica, la diversidad de la tipología de las actividades diseñadas, además del trabajo en grupos heterogéneos, podrían facilitar las adaptaciones necesarias en caso de existencia ACNEAE.

Por otra parte, la evaluación formativa permitirá monitorear el avance del alumnado en toda su diversidad y actuar ahí donde sea necesario. Además la variedad de instrumentos de evaluación y criterios de calificación utilizados permitirán al alumnado, expresar su mayor potencial en función de sus capacidades y ser consciente de su propio aprendizaje.

3.4. Evaluación de la propuesta

Cabe destacar que la unidad didáctica diseñada es una propuesta y por tanto no ha sido impartida en el aula. En este aspecto, se ha realizado un ejercicio de análisis de viabilidad especificando los puntos fuertes y débiles de la UD, que son presentados en la Tabla 15 mediante una matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).

También, se han diseñado dos instrumentos que permitirán evaluar su posterior aplicación en el aula desde el punto de vista del alumnado y del profesorado. En este sentido, en la Tabla 16 se muestra un cuestionario para la futura evaluación de la propuesta por parte del alumnado. Además en la Tabla 17 se propone otro cuestionario que facilitará al profesorado la evaluación de la misma. Ambos cuestionarios presentan una serie de ítems para su valoración del 1 (muy en desacuerdo) al 5 (completamente de acuerdo).

Tabla 15. Matriz DAFO de la viabilidad de la propuesta de intervención.

Análisis DAFO		
De origen interno		De origen externo
Debilidades		Amenazas
Implica autonomía y madurez del alumnado.	Puntos débiles	Condiciones meteorológicas adversas.
Necesidad de huerto en el centro.		Daños físicos al manipular herramientas.
Recursos materiales y económicos.		Falta de autorización del equipo docente.
Dificultad para individualizar la evaluación.		Ausencia de colaboradores para el evento.
Necesidad de coordinar el uso de los espacios.		Poca de implicación del alumnado.
Fortalezas		Oportunidades
Alfabetización científica mediante la investigación.	Puntos fuertes	Acercamiento al centro de agentes externos.
Favorece el aprendizaje competencial.		Sumar materias y bloques de contenido.
Prioriza trabajo en equipo.		Presentación a concursos y premios.
Adquisición de conocimientos extracurriculares.		Mejora en la empleabilidad futura.
Metodología y recurso motivadores.		Aumento del rendimiento académico.
Contenido significativo y problemática real.		Proyecto conjunto con otros centros.
Evaluación formativa.		Reconocimiento profesional.

Fuente: *elaboración propia.*

Por otra parte, se puede concluir que la propuesta de intervención, a través de las actividades diseñadas, integra todos los estándares de aprendizaje evaluables definidos por la legislación vigente para los contenidos abordados durante la misma.

Tabla 16. Cuestionario para la futura evaluación de la propuesta por parte del alumnado.

	*1	2	3	4	5
Esta metodología ha supuesto un aumento de la dedicación.					
He tenido dificultades para saber qué hacer en cada momento.					
Prefiero esta metodología que las clases habituales.					
Las actividades propuestas me han parecido interesantes.					
Lo que he aprendido es útil para la vida real.					
He estado motivado durante todo el proyecto.					
He necesitado ayuda del profesor habitualmente.					
He aprendido el procedimiento para realizar una investigación.					
He mejorado mis habilidades en la creación de productos.					
He ganado en autoestima.					
El trabajo en grupo ha sido fácil de gestionar.					
EVALUACIÓN GENERAL DE LA EXPERIENCIA:					
<i>*1: muy en desacuerdo; 2: en desacuerdo; 3: ni en acuerdo ni en desacuerdo; 4: de acuerdo; 5: completamente de acuerdo.</i>					

Fuente: *elaboración propia.***Tabla 17.** Cuestionario para la futura evaluación de la propuesta por parte del profesorado.

	*1	2	3	4	5
Ha sido fácil organizar el <i>evento de entrada</i> .					
Ha sido sencillo implantar la metodología propuesta.					
Se ha conseguido implicar a los agentes externos al aula.					
Las actividades son adecuadas para la consecución de objetivos.					
Los tiempos propuestos se adecuaron a la realidad.					
Ha sido sencillo organizar las exposiciones del alumnado.					
Ha sido fácil individualizar la evaluación.					
La evaluación formativa ha mejorado el aprendizaje del alumnado.					
El alumnado ha estado implicado en el proyecto.					
El alumnado trabajó de forma autónoma.					
El trabajo en equipo ha sido efectivo.					
La propuesta ha motivado al alumnado.					
Ha favorecido el aprendizaje y el rendimiento del alumnado.					
Se ha favorecido la adquisición de competencias clave.					
El alumnado ha desarrollado hábitos científicos.					
EVALUACIÓN GENERAL DE LA PROPUESTA:					
<i>*1: muy en desacuerdo; 2: en desacuerdo; 3: ni en acuerdo ni en desacuerdo; 4: de acuerdo; 5: completamente de acuerdo.</i>					

Fuente: *elaboración propia.*

4. Conclusiones

A continuación se hará una revisión de los objetivos generales y específicos presentados en el apartado 1.3. y se analizará la consecución de los mismos.

- Objetivo general:

Diseñar una propuesta de intervención motivadora para el alumnado que permita impartir contenidos de los bloques de ecología y medio ambiente, y proyecto de investigación, en la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO, a través de la metodología ABP y el huerto escolar como recurso principal.

El presente Trabajo de Fin de Máster culmina con el diseño de la unidad didáctica denominada *Nuevas tendencias de la agricultura*. En este aspecto, se han diseñado cuatro actividades que permiten impartir mediante la metodología ABP, los contenidos CB3.3, CB3.4 y CB3.5 del *Bloque 3. Ecología y medio ambiente*; además de los contenidos CB4.1 y CB4.3 del *Bloque 4. Proyecto de investigación*, de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO. Asimismo, el huerto escolar es un recurso indispensable para el funcionamiento de la UD, ya que permite el desarrollo de una investigación con plantas y por otra parte la observación directa de las relaciones entre los seres vivos que lo conforman.

La investigación en didáctica de las ciencias, ha demostrado que tanto la metodología ABP como el recurso del huerto escolar presentan un potencial motivador para el alumnado (Botella Nicolás *et al.*, 2017; Bottoms & Webb, 1998; Eugenio-Gozalbo *et al.*, 2019; García-Varcácel *et al.*, 2014; Martí *et al.*, 2010). Además, en el diseño de la unidad didáctica se han tenido en cuenta otros elementos motivadores como la presentación de una problemática y un contenido contextualizado que dota de significación al proyecto y una investigación real (Larmer & Mergendoller, 2012; Trujillo, 2015). Asimismo, se han tenido en cuenta los restantes elementos esenciales que debe contener un proyecto realizado mediante la metodología ABP (Larmer & Mergendoller, 2010, 2012) especificados en el apartado 2.1.3.

Por tanto podemos concluir que la UD diseñada cumple con el principal objetivo marcado al inicio del presente TFM.

- **Objetivos específicos:**

1. *Analizar la problemática medioambiental y su relación con el modelo agrícola actual.*

En la justificación de este trabajo se han analizado los efectos del uso de fertilizantes y fitosanitarios de síntesis química sobre el medio ambiente. En este sentido, se ha hecho hincapié en las prácticas desarrolladas en la agricultura convencional intensiva, así como en las medidas adoptadas por la UE en el ámbito de la agricultura para tratar de revertir la situación de crisis medioambiental. Este tema justifica la temática de la propuesta de intervención, que presenta un enfoque agroecológico con perspectivas para la mejora del futuro del planeta desde el aula.

2. *Indagar sobre el interés que muestra y el rendimiento obtenido por el alumnado de segundo ciclo de ESO, en materia de ciencias.*

Se ha realizado una indagación en la que se refleja que tanto el interés, como el rendimiento obtenido por el alumnado de 4º de ESO en materia científica, se encuentran en retroceso en los últimos años. El último informe PISA (2018) muestra que el alumnado español desarrolla en menor medida que la media de la OCDE la competencia científica. Además, el interés de estos alumnos por matricularse posteriormente o trabajar en profesiones vinculadas al ámbito científico se encuentra actualmente en recesión. En este aspecto, se destacan como posibles causas la ausencia de funcionalidad de los conocimientos transmitidos así como la escasez de contextos de aprendizaje creativos desarrollados por los docentes. Es por ello que la unidad didáctica diseñada se ha basado en una metodología activa como el ABP y emplea el recurso del huerto escolar, al mismo tiempo que se presenta una problemática real a la que se enfrentan actualmente los agricultores de la UE.

- 3. Realizar una revisión bibliográfica sobre la metodología ABP y el huerto escolar como recurso para la enseñanza de las ciencias.*

Para el desarrollo del marco teórico del presente TFM se ha realizado una revisión bibliográfica en profundidad sobre la metodología ABP y sobre el recurso del huerto escolar, que permitiera justificar la unidad didáctica desarrollada.

En cuanto al ABP, se ha optado por comenzar con el origen de la metodología hasta la reinterpretación de la misma en la actualidad. Así mismo se han descrito las características de la metodología, así como los elementos fundamentales para la implantación de la misma en el aula. Dado que se trata de una metodología activa, también se han detallado los roles que deben asumir tanto el alumnado como el docente. Además se han descrito las ventajas e inconvenientes que supone la implantación de esta metodología en el aula y se ha dedicado un apartado a la evaluación con esta metodología.

En cuanto al huerto escolar, se ha indagado sobre su origen como recurso didáctico y sobre los beneficios e inconvenientes que presenta para la enseñanza de las ciencias. Por último se han expuesto experiencias de éxito en secundaria, de la aplicación de la metodología ABP y del huerto escolar como recurso. En este sentido, se detalla una experiencia en 4º de ESO que combina ambos con resultados formidables en el alumnado.

Por tanto, la revisión bibliográfica realizada ha permitido profundizar en las bases teóricas que fundamentan la elección de la metodología ABP y el recurso del huerto escolar para el diseño de la propuesta de intervención.

- 4. Diseñar las actividades de la propuesta de intervención que contribuyan a la alfabetización científica del alumnado mediante el empleo de la investigación, a la vez que permitan transmitir los contenidos vinculados a las relaciones entre los seres vivos y el medio.*

La unidad didáctica *Nuevas tendencias de la agricultura* presenta un total de 4 actividades que abordan contenidos del *Bloque 3. Ecología y medio ambiente* y contenidos del *Bloque 4. Proyecto de investigación*. En la primera actividad denominada *Evento de entrada*,

se realiza una introducción a la metodología ABP y al proyecto a realizar contando con la participación de invitados externos al centro. En la segunda actividad denominada *¿Es verdad que las plantas producen menos con abono orgánico?* el alumnado inicia un proyecto de investigación en el que planifica y ejecuta un experimento con plantas que permita determinar la productividad en función del abono utilizado. Por tanto plantea hipótesis y diseña el experimento en función de los recursos y tiempo disponibles. En esta actividad se inicia la redacción de un informe científico.

Dado que las plantas necesitan un período de crecimiento, el proyecto se retoma 13 días después en la cuarta actividad: *Recogemos los frutos de la investigación*. En esta, actividad el alumnado recoge los datos de biomasa, los analiza, y presenta los resultados y conclusiones de la investigación, finalizando el informe científico que servirá para la realización del póster. Esta actividad culmina con la presentación de los productos realizados delante de una audiencia. Durante la espera necesaria para el crecimiento de las plantas tiene lugar la tercera actividad, denominada: *¿Cómo podemos favorecer un agrosistema más diverso que autorregule las plagas de los cultivos?* Durante esta actividad el alumnado realiza una salida de observación en el entorno del huerto que permita recabar información sobre las especies que conforman el agrosistema. En este sentido, la actividad culmina con la realización de un póster que represente la complejidad de la red trófica del citado agrosistema, además de detallar un organismo de biocontrol que permita regular las plagas en ausencia de pesticidas.

Por tanto, las actividades diseñadas en la propuesta de intervención permiten impartir los contenidos vinculados a las relaciones entre los seres vivos y además favorecen la alfabetización científica del alumnado mediante el empleo de la investigación.

5. *Diseñar las herramientas de evaluación de la propuesta de intervención.*

Tal y como se ha especificado en el apartado 3.3.8 en la propuesta de intervención se realiza una evaluación formativa que permite monitorear el aprendizaje del alumnado en

distintos momentos del proyecto. Para ello se han diseñado tres rúbricas que incluyen todos los estándares de aprendizaje evaluables relativos a los contenidos que se imparten.

En la Tabla 12 se muestra la rúbrica para la heteroevaluación del informe científico realizado en la 2ª y 4ª actividad y el póster científico de la 4ª actividad. Por otra parte, en la Tabla 13 se detalla la rúbrica de heteroevaluación del póster relativo a los contenidos del Bloque 3, realizado en la 3ª actividad. Asimismo, en la Tabla 14 se muestra la rúbrica para la heteroevaluación del trabajo en grupo y la exposición oral ante el público.

Por otro lado, el alumnado realizará una tarea evaluable que consiste en una reflexión individual sobre el proyecto que se detalla en el Anexo A. Por otra parte en el Anexo B se muestra el cuestionario que permite la coevaluación y autoevaluación del trabajo realizado por los integrantes del grupo. Finalmente, en la Tabla 11, se muestran los criterios de calificación asociados a cada procedimiento evaluable y el peso que cada uno de ellos tiene en la nota final que el alumnado obtendrá al finalizar la UD.

Una vez revisados cada uno de los objetivos planteados al inicio del presente Trabajo de Fin de Máster puede afirmarse que el balance global del mismo resulta positivo. En este sentido, se ha logrado el diseño completo de una propuesta de intervención motivadora que emplea el ABP y el recurso del huerto escolar para la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO. Para ello se ha hecho una revisión bibliográfica que fundamenta la elección de la metodología y del recurso utilizado para el desarrollo de la unidad didáctica: *Nuevas tendencias de la agricultura*. Una propuesta con enfoque agroecológico, que pretende abordar desde el aula la actual problemática medioambiental y el desinterés por las ciencias que muestra el alumnado de segundo ciclo de ESO.

A continuación se desarrollarán las principales limitaciones detectadas así como una prospectiva del trabajo realizado.

5. Limitaciones y prospectiva

En la actualidad existen gran cantidad de publicaciones sobre la metodología ABP y el huerto escolar. No obstante, la bibliografía consultada demuestra que la aplicación de este recurso en el aula de secundaria es menor que en las etapas de Educación Infantil o Educación Primaria.

Cabe resaltar que el ABP y por tanto la propuesta de intervención, presentan limitaciones inherentes a la propia metodología. En este sentido, el ABP requiere madurez y participación activa del alumnado, que debe trabajar con la mayor autonomía posible para que se produzca un aprendizaje significativo. Por otra parte, la carga de trabajo que supone la planificación, supervisión y evaluación del proyecto, necesita de una elevada implicación por parte del profesorado dispuesto a mudar sus prácticas hacia esta metodología.

En la misma línea, la importancia que posee huerto escolar en la propuesta limita la puesta en marcha de la misma a los centros que dispongan de este recurso, o de un espacio verde en el que realizar las actividades diseñadas.

Además de lo anteriormente mencionado, la principal limitación del presente Trabajo de Fin de Máster consiste en la imposibilidad de conocer de antemano la viabilidad de la propuesta, ya que esta no ha sido impartida en el aula. Si la aplicación práctica de la UD demostrase su viabilidad en cuanto al tiempo necesario para su puesta en marcha, así como en los resultados de aprendizaje esperados, existen diversas posibilidades que se desprenden de la misma.

Tras la finalización de UD *Nuevas tendencias de la agricultura*, podría continuarse con la metodología ABP y el recurso del huerto escolar, abordando los restantes contenidos del *Bloque 3. Ecología y medioambiente* de la asignatura de Biología y Geología. Los ciclos biogeoquímicos, los ciclos de la materia, la eficiencia de los recursos alimentarios o la gestión de los residuos, son contenidos que perfectamente podrían impartirse mediante esta metodología y utilizando este recurso. ¿Por qué no realizar un proyecto en el que se construye un compostador para reutilizar los residuos orgánicos del comedor, utilizándolos como abono para plantas que puedan ser servidas posteriormente en el comedor? De este modo, se

seguiría trabajando en los contenidos propios de la materia, además de crear conciencia ambiental y promover desde el centro la economía circular.

Por otra parte, esta propuesta no cuenta con la participación de otras áreas del conocimiento. En este sentido la colaboración entre profesores de distintos departamentos podría facilitar la implantación de proyectos en el centro, además de enriquecer el valor pedagógico de los mismos. El ABP es una metodología que utilizada de manera multidisciplinar permite la impartición de contenidos curriculares de varias materias simultáneamente. En este aspecto la duración y la planificación del proyecto sería compartida, por lo que el tiempo de dedicación no sería así, un factor limitante.

Para finalizar, podría ser interesante la colaboración entre distintos centros que impartiesen la UD en el mismo período, de modo que los grupos de alumnos pudiesen compartir sus resultados, acercando al alumnado la realidad de los grupos de investigación. Además, podrían presentarse en conjunto o competir por un premio en una feria científica. Por otro lado, la implantación de la propuesta en diversos centros permitiría la aplicación de la investigación educativa. En este sentido, podrían establecerse grupos equivalentes en los que se impartiese la misma UD y posteriormente se compararían los resultados de aprendizaje obtenidos por estos, con los obtenidos por los grupos control que utilizaran metodologías tradicionales. De este modo se obtendrían datos objetivos que permitiesen evaluar la eficacia de la propuesta de intervención.

Referencias bibliográficas

- Antelo, M., Diamant, A., Klimavicius, S., Pellegrino, V., Vique, M. I., & Vomero, I. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): nueva tendencia con reminiscencias del pasado. *Educación en Ciencias Biológicas*, 1(1), 6-10. <http://repositorio.cfe.edu.uy/handle/123456789/202>
- Aragón, L. (2016). El huerto ecológico como elemento innovador en educación Ambiental para la formación inicial de maestros/as. *En EDUNOVATIC2016. I Congreso Virtual internacional de Educación, Innovación y TIC*, 276-278. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5792815>
- Ayerbe-López, J., & Perales-Palacios, F. J. (2020). «Reinventar tu ciudad»: aprendizaje basado en proyectos para la mejora de la conciencia ambiental en estudiantes de Secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 38(2), 181-203. <https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2812>
- Botella Nicolás, A. M., Hurtado Soler, A., & Cantó Doménech, J. (2017). El huerto escolar como herramienta innovadora que contribuye al desarrollo competencial del estudiante universitario. Una propuesta educativa multidisciplinar/The school garden as an innovative tool that contributes to the skills development of the colleg. *Vivat Academia*, 139, 19-31. <https://doi.org/10.15178/va.2017.139.19-31>
- Bottoms, G., & Webb, L. D. (1998). *Connecting the curriculum to «real life»*. *Breaking Ranks: Making it happen*. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals (ERIC Document Reproduction Service No. ED434413).
- Cobo-Gonzales, G., & Valdivia-Cañotte, S. (2017). *Aprendizaje basado en proyectos*. Lima: Instituto de Docencia Universitaria. <https://idu.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/08/5.-Aprendizaje-Basado-en-Proyectos.pdf>
- Colegio San Agustín de Calahorra (5 de junio de 2017). *Aprendizaje Basado en el Huerto (ABH)*. Agustinos Colegio San Agustín Calahorra. Recuperado el 21 de mayo de 2021 de <https://www.agustinoscalahorra.org/aprendizaje-basado-en-el-huerto-abh/#>

- Comisión Europea. (2019). Comunicación de la comisión al Parlamento europeo, al Consejo europeo, al consejo, al Comité económico y social europeo y al Comité de las regiones. *El Pacto Verde Europeo*. EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- Comisión Europea. (2020). Estrategia «de la granja a la mesa» para un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente ES. *EUR-Lex*, 23. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- Conde, M. C., Mariscal, C., & Cepeda, J. (2018). La metodología en el trabajo de huerto escolar y coherencia con la ambientalización curricular. Análisis de una práctica docente. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 35, 113-126. <https://doi.org/10.7203/dces.35.12799>
- Decreto 86/2015, de 25 de junio, por el que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia. *Diario Oficial de Galicia*, núm. 120, de 29 de junio de 2015, 25434-27073. https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2015/20150629/AnuncioG0164-260615-0002_es.html
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Domènech-Casal, J. (2019). Contexto y modelo en el aprendizaje basado en proyectos. Apuntes para el ámbito científico. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 98, 71-76. <https://jordidomenechportfolio.wordpress.com/2019/10/30/contexto-y-modelo-en-abp-apuntes-para-el-ambito-cientifico/>
- Domènech-Casal, J., Couso, D., Pérez, M., & Márquez, C. (2018). Propósito, Contexto y Contenido. Notas para el Aprendizaje Basado en Proyectos en Ciencias. *Revista Pátio Ensino Medio, Profissional e Tecnológico*, 38, 10-13. <https://app.box.com/s/3384p0vg445irakh14pjk7oc5yb8ggcf>
- Domènech-Casal, J., Lope, S., & Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades

- expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka*, 16(2), 2203. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- Egea-Fernández, J. M., Egea, J. M., & Valera, M. (2014). Huertos escolares ecológicos de la región de Murcia. *XI Congreso de SEAE: «Agricultura ecológica familiar»*, 1-18. <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/actas/cd-actas-xicongresoseae/actas/comunicaciones/9-huertos-escolares-egea-def2.pdf>
- Escutia, M. (2009). *El huerto escolar ecológico*. Barcelona: Graó.
- Eugenio-Gozalbo, M., & Aragón, L. (2016). *Huertos EcoDidácticos. Compartiendo experiencias educativas en torno a huertos ecológicos*. (J. L. Benito Alonso (ed.); 1.ª ed., Vol. 1). Ulzama Digital. https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-80715/HuertosEcoDidácticos_web.pdf
- Eugenio-Gozalbo, M., Ramos Truchero, G., & Vallés Rapp, C. (2019). Huertos universitarios: dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 37(3), 11-127. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2657>
- Eugenio-Gozalbo, M., Zuazagoitia, D., & Ruiz-González, A. D. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1501
- European Commission (2014). European area of skills and qualifications. *Eurobarometer 417*. https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_417_fact_es_en.pdf
- García-Pleyán, C., & García-Arnaud, A. (2016). *Hort escolar i cooperativa d'alumnes: Sistematització d'una experiència educativa de diversificació curricular a 4t d'ESO*. <https://agroecologiaescolar.files.wordpress.com/2016/07/informefinalarnaucadell.pdf>
- García-Varcácel, A., & Gómez-Pablos, V. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):

- evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113-131. <https://doi.org/10.6018/rie.35.1.246811>
- García-Varcácel, A., Gómez-Pablos, V., & López-García, C. (2014). ICT in collaborative learning in the classroom of elementary and secondary education. *Comunicar*, 21(42), 65-74. <http://dx.doi.org/10.3916/C42-2014-06>
- Genc, M. (2014). The project-based learning approach in environmental education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 24(2), 105-117. <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.993169>
- Guterres, A. (2019). *Remarks at 2019 Climate Action Summit*. United Nations Secretary-General. <https://www.un.org/sg/en/content/sg/speeches/2019-09-23/remarks-2019-climate-action-summit>
- Gutiérrez-Pérez, J., & Pirrami, F. (2011). Water as Focus of Problem-Based Learning: An Integrated Curricular Program for Environmental Education in Secondary School. *US-China Education Review, A* 2, 270-280. <https://eric.ed.gov/?id=ED528324>
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (2020). Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2019. <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/timss/timss-2019.html>
- IPCC. (2013). IPCC, 2013: “Resumen para responsables de políticas. En: *Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*” [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgle Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf
- Johari, A., & Bradshaw, A. C. (2008). Project-based learning in an internship program: A qualitative study of related roles and their motivational attributes. *Educational*

- Technology Research and Development*, 56(6), 329-359.
<https://doi.org/10.1007/s11423-006-9009-2>
- Jones, B. F., Rasmussen, C. M., & Moffitt, M. C. (1997). *Psychology in the classroom: A series on applied educational psychology. Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. American Psychological Association.
<https://doi.org/10.1037/10266-000>
- Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2010). 7 Essentials for Project-Based Learning. *Educational Leadership*, 68(1), 34-37.
http://www.ascd.org/publications/educational_leadership/sept10/vol68/num01/seven_essentials_for_project-based_learning.aspx
- Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2012). 8 Essentials for Project-Based Learning. [Originally published as: “7 Essentials for Project-Based Learning”]. *Educational Leadership*, 68(1), 34-37.
<https://static1.squarespace.com/static/530e32e2e4b02e9cbe11317b/t/54b044c9e4b0265c9838432f/1420838089897/8+PBL+Essentials.pdf>
- Larmer, J., Mergendoller, J. R., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project based learning: A proven approach to rigorous classroom instruction*. Alexandria, VA: ACSD.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 106, de 4 de mayo de 2006, 17158-17207.
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-7899>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, núm 295, de 10 de diciembre de 2013, 97858-97921
https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12886
- Llorente, I., Domènech, X., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C., & Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Investigación en la Escuela*, 91, 72-89.
<https://doi.org/https://doi.org/10.12795/IE.2017.i91.05>
- Marín Gil, J. (2015). El huerto escolar: mágica fuente de conocimiento y sabiduría. *Aula de*

innovación educativa, 239, 44-47. <https://www.grao.com/es/producto/el-huerto-escolar-magica-fuente-de-conocimiento-y-sabiduria>

Marjani, S (2018). Chapter 4. Nutrients. *More people, more food, worse water? a global review of water pollution from agriculture*. <http://www.fao.org/3/CA0146EN/ca0146en.pdf>

Martí, J. Á., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/743>

Martínez, F., Herrero, L. C., González, J. M., & Domínguez, J. A. (2007). *Project based learning experience in industrial electronics and industrial applications design*. Universidad de Valladolid. Escuela Universitaria Politécnica. https://greidi.infor.uva.es/articulos/EUP_ProjectBased.pdf

Melero, A. & Kyle, J. (2015). *Red de huertos y cooperativa Wonderful ground* [Archivo PDF]. Fundación tríodos. Recuperado el 20 de mayo de 2021 de https://www.fundaciontriodos.es/binaries/content/assets/tbes/fundacion/memorias-huertos/069_colegio-huerta-santa-ana.pdf

Mergendoller, J. R., Maxwell, N. L., & Bellisimo, Y. (2006). The Effectiveness of Problem-Based Instruction: A Comparative Study of Instructional Methods and Student Characteristics. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(2), 49-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.7771/1541-5015.1026>

Miñana, C. (1999). El método de proyectos. *Programa RED*. Universidad Nacional de Colombia. https://www.humanas.unal.edu.co/red/files/9612/7248/4193/Articulos-metodo_proyectos.pdf

Ministerio de Educación y Formación Profesional (2019). *PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español*. https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=20372

Ministerio de Pesca Agricultura y Alimentación. (2020). *Informe sobre la aplicación del pago para prácticas beneficiosas para el clima y el medio ambiente ("Pago Verde") de la*

campaña 2019.
https://www.fega.es/sites/default/files/5_anos_de_greening_2020.pdf?token=ppYXB8NX

Mioduser, D., & Betzer, N. (2007). The contribution of project-based learning to high achievers' acquisition of technological knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 18(1), 59-77. <http://dx.doi.org/10.1007/s10798-006-9010-4>

Mitchell, G., Hudson, W., & Barone, M. (2020). The Project Method in Practice. *Schools: Studies in Education*, 17(1), 9-27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1086/708353>

Montzka, S. A., Dlugokencky, E. J., & Butler, J. H. (2011). Non-CO₂ greenhouse gases and climate change. *Nature*, 476(7358), 43-50. <https://doi.org/10.1038/nature10322>

Moreno, M. (2013). Pedagogía Waldorf. *Arteterapia: Papeles de arteterapia y educación artística para la inclusión social*, 5, 203-209. <https://revistas.ucm.es/index.php/ARTE/article/view/ARTE1010110203A>

Naciones Unidas-Cepal. (2016). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Horizontes 2030: la igualdad en el centro del desarrollo sostenible* (LC/G.2660/Rev.1), Santiago, 2016. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40159/4/S1600653_es.pdf

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. *Boletín Oficial del Estado*, núm 25, de 29 de enero de 2015, 6986-7003. <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>

Orenes Cárceles, J., Ayuso, G. E., Fernández Díaz, M., & Egea-Fernández, J. M. (2021). Huertos ecodidácticos: percepciones sobre formación de profesorado y futuros docentes. *Investigación en la Escuela*, 103, 1-18. <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.01>

Piñeiro-Sotelo, A. M. (3 de junio de 2021). *Novos residuos... novas solucións*. Galicia online. Recuperado el 3 de junio de 2021 de

<https://www.galiciencia.online/es/2021/proyectos/22-novos-residuos-novas-soluciones/152034/>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 3, de 3 de enero de 2015, 169-546. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-37-consolidado.pdf>

Reina, M., Vílchez, J. E., Ceballos, M., & López, J. M. (2017). Análisis de un proyecto de huerto escolar en secundaria a partir de las percepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, nº Extra, 1491-1496. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335304>

Rivero, A., & Wamba, A. M. (2011). Naturaleza de la ciencia y construcción del conocimiento científico. La naturaleza de la ciencia como objetivo de enseñanza. En P. Cañal (Ed.), *Biología y Geología. Complementos de formación disciplinar* (Editorial).

Rochera, M. J., Merino, I., Oller, J., & Coll, C. (2019). Children's and Adolescents' Specific Interest in Science and Technology, Participation in Out-of-School Activities and Inclination to Become Scientists. *Journal of Science Education and Technology*, 28, 399-413. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09776-w>

Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, E. M., & Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Educación y educadores*, 13(1), 13-25. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3256380>

Rodríguez Marín, F., & Eugenio-Gonzalbo, M. (2021). Los huertos como recursos educativos y contextos de aprendizaje. *Investigación en la Escuela*, 103. <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/16069/13964>

Sánchez, J. (2013). Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos. *Actualidad Pedagógica*. http://www.estuaria.es/wp-content/uploads/2016/04/estudios_aprendizaje_basado_en_proyectos1.pdf
http://actualidadpedagogica.com/wp-content/uploads/2013/03/estudios_aprendizaje_basado_en_proyectos1.pdf

- Sanmartí, N., & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.
<https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Saynes Santillán, V., Etchevers Barra, J. D., Paz Pellat, F., & Alvarado Cárdenas, L. O. (2016). EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN SISTEMAS AGRÍCOLAS DE MÉXICO. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 83-96.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000100083
- Severiche-Sierra, C., Gómez-Bustamante, E., & Jaimes-Morales, J. (2016). La educación ambiental como base cultural y estrategia para el desarrollo sostenible. *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 18(2), 266-281.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5655393>
- Snyder, C. S., Bruulsema, T. W., Jensen, T. L., & Fixen, P. E. (2009). Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 133, 247-266.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.04.021>
- Sulaiman, M., Al-Balushi, S., Shamsa, S., & Al-Aamri, S. (2014). The effect of environmental science projects on students' environmental knowledge and science attitudes. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(3), 213-227.
<https://doi.org/10.1080/10382046.2014.927167>
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation. http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf
- Torrego, L., & Méndez, R. A. (2018). Un acercamiento al aprendizaje basado en proyectos, cien años después de "The Project Method", de W.H. Kilpatrick. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 60(21,2).
<https://revistas.um.es/reifop/article/download/328301/228331/1118471>
- Travieso, D., & Ortiz, T. (2018). Aprendizaje basado en problemas y enseñanza por proyectos: alternativas diferentes para enseñar. *Revista Cubana de Educación Superior*, 37(1),

125-133. <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v37n1/rces09118.pdf>

Trujillo, F. (2013). *III1. La evaluación en el Aprendizaje basado en Proyectos*. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. http://formacion.intef.es/pluginfile.php/37233/mod_resource/content/1/PDF/5_AbP_blog3_u1.pdf

Trujillo, F. (2015). *Aprendizaje basado en proyectos*. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. http://formacion.intef.es/pluginfile.php/62104/mod_resource/content/4/AbP_3_15_B1_definicionAbP.pdf

Trujillo, F. (2017). Aprendizaje basado en proyectos. Líneas de avance para una innovación centenaria. *Didáctica de la Lengua y de la Literatura*, 78, 42-48. <http://hdl.handle.net/11162/151768>

Vallejo, C. (2012). *Monográfico: Aprendizaje por proyectos y TIC*. Observatorio Tecnológico. <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/component/content/article/1057-aprendizaje-por-proyectos-y-tic>

Willard, K., & Duffrin, M. W. (2003). Utilizing project-based learning and competition to develop student skills and interest in producing quality food items. *Journal of Food Science Education*, 2(1), 69-73. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4329.2003.tb00031.x>

Zuazagoitia, D., Aragón, L., Ruiz, A., & Eugenio-Gozalbo, M. Rodríguez, F. (2019). El desarrollo de la competencia científica del profesorado en formación inicial en el contexto de los huertos ecodidácticos: diseño de una secuencia didáctica en torno al suelo y la ciencia ciudadana. *Revista del Grupo de Investigación HUM-974*, 3(2), 138-141. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/41290>

Anexo A. Reflexión personal evaluable

Reflexión personal sobre el proyecto

Nombre: _____

Nota _____

Explicación:

Al inicio del proyecto hemos debatido sobre el problema que supone el uso de fertilizantes y pesticidas de síntesis química para el futuro del planeta. Por otra parte, los agricultores locales nos han mostrado su intención de mejorar sus prácticas agrícolas hacia modelos más sostenibles.

Durante el proyecto hemos investigado para tratar de responder a sus dudas en relación a la productividad de las cosechas y al control de plagas.

En vista de los resultados obtenidos en clase, responde a la pregunta guía del proyecto justificando tu respuesta:

¿Podemos producir suficientes alimentos para 8.000.000.000 de personas sin fertilizantes y pesticidas de síntesis química?

NOTA: Realiza una reflexión crítica en la que expongas los resultados de las investigaciones y expliques los beneficios e inconvenientes que supone cambiar el modelo agrícola actual, dependiente del uso de agroquímicos.

Extensión aproximada: 20 líneas en formato A4.

Fuente: *elaboración propia.*

Anexo B. Cuestionario de coevaluación y autoevaluación del trabajo en grupo

Nombre: _____

Mediante este cuestionario debes evaluar objetivamente tu trabajo y el realizado por todos los integrantes de tu grupo. Empieza por ti mismo y continúa con el resto de compañeras y compañeros. Responde a cada una de las variables puntuando del 1 al 5, siendo el 1 la nota más baja y 5 la más alta. Puedes anotar alguna observación si lo deseas.

Iniciales de la persona evaluada	Es solidario/a y ayuda si puede	Realiza las tareas encomendadas	Participa activamente y aporta ideas	Respeto las opiniones de los demás	Observaciones

Que nota general darías al trabajo realizado por todo el grupo: _____

¿Alguna sugerencia?

Fuente: *elaboración propia.*