

TRABAJO FIN DE MÁSTER



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Máster Universitario en Formación del Profesorado

Uso del Aprendizaje-Servicio en el aula de 4º de la ESO
de Física y Química para mejorar la relación teoría-
práctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje

<https://youtu.be/M9MXXnbFyLo>

Autor/a:

Laura Cervera Martínez

Director/a:

Dr. Eva Salazar Serna

Murcia, mayo de 2024

Agradecimientos

Me gustaría agradecer la orientación y los consejos de mi tutora Eva Salazar, que me han ayudado a materializar mis ideas en esta propuesta de innovación docente. También, quiero destacar la ayuda de mi tutora de prácticum, Mari Carmen Ballesta, quien me ha orientado en la elección de la temática hacia temas aún inexplorados en los centros de Educación Secundaria y valorar la viabilidad de los proyectos.

ÍNDICE

RESUMEN	9
1. JUSTIFICACIÓN	13
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Marco legal	17
2.2. Aprendizaje-Servicio.....	18
2.3. Aprendizaje basado en la experiencia.....	22
2.4. Aprendizaje cooperativo	23
2.5. El uso del laboratorio en la enseñanza de Física y Química.....	24
2.6. Iniciativas similares.....	26
3. OBJETIVOS	29
3.1. Objetivo General.....	29
3.2. Objetivos Específicos	29
4. METODOLOGÍA.....	31
4.1. Contenidos	33
4.2. Temporalización y actividades	36
4.3. Recursos	43
5. EVALUACIÓN	45
5.1. Evaluación sobre el alumnado	45
5.2. Evaluación del proyecto	49
6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL	51
7. REFERENCIAS	55
8. ANEXOS.....	59
8.1. Anexo 1. Esquema de la temporalización del proyecto.....	59
8.2. Anexo 2. Dossier de prácticas entregado al alumno	60
8.3. Anexo 3. Rúbrica para la evaluación.....	63

ÍNDICE DE ELEMENTOS GRÁFICOS

FIGURA

Figura 1. Representación esquemática de las posibles funciones del alumnado participante en un ApS según lo descrito por Batlle (2018).....	20
---	----

TABLA

Tabla 1. Contenidos que se trabajarán en el proyecto de innovación.	33
Tabla 2. Evaluación del cumplimiento de los objetivos por parte de los alumnos	45
Tabla 3. Ponderación del cumplimiento de los objetivos para obtener la nota final de cada estudiante.....	46
Tabla 4. Rúbrica para la evaluación del trabajo cooperativo.	47
Tabla 5. Rúbrica para la evaluación de las exposiciones.	48

RESUMEN

La desconexión existente entre la enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria y las ciencias, desde un punto de vista real, es una cuestión urgente y necesita ser solventada. La enseñanza mayormente teórica y la falta de experimentación derivan en una baja motivación del alumnado por la asignatura de Física y Química que, a veces, es considerada como alejada de la realidad y muy abstracta. Por ello, el presente trabajo parte de esa problemática y pretende darle una solución usando como metodología el Aprendizaje-Servicio, uniéndolo al aprendizaje cooperativo y el Aprendizaje Basado en la Experiencia. El Aprendizaje-Servicio se puede definir como una forma de aprender realizando un servicio a la comunidad. En este caso, se plantea el análisis de aguas de un municipio, aportando un servicio a las instituciones de gobierno de este, potenciando a la vez el aprendizaje experiencial y cooperativo, al trabajar por grupos para la consecución de un objetivo común. Además, se dará otro servicio dentro del centro educativo ya que, los alumnos participantes actuarán como divulgadores sobre el agua y su valor. Las actividades planteadas para conseguir estos objetivos tienen como protagonista al alumno, de forma que el aprendizaje adquiera un carácter vivencial, y combinará el planteamiento de investigaciones tanto a nivel más teórico como aplicado en el laboratorio, siempre teniendo en cuenta la necesidad del trabajo en equipo y el enfoque hacia mejorar las habilidades comunicativas de los alumnos. La evaluación será multinivel y se valorarán con diversos instrumentos de evaluación, como informes científicos, cuestionarios, exposiciones orales y la observación directa por parte del profesor. En conclusión, este proyecto introduce una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje, contextualizando lo estudiado en la asignatura y permitiendo al alumno embarcarse en un proyecto enriquecedor, para ejercer una ciudadanía activa.

Palabras claves: Aprendizaje-Servicio; Aprendizaje cooperativo; Aprendizaje Basado en la Experiencia; Laboratorio escolar; Análisis de aguas

ABSTRACT

The disconnection between science teaching in high schools and real-life science is an urgent issue and need to be solved. A majorly theory teaching along with the lack of experimental learning led to low motivation levels in students of Physics and Chemistry subject. The contents of this subject are considered as far from reality and abstract for teens. Thus, the present project tries to solve this problematic by using Service-Learning methodology along with Cooperative and Experiential learning. Service-Learning is defined as a learning way by doing a service to society. This project proposes water analysis in a town as a service to town hall reinforcing teamworking to achieve common objectives. Moreover, student will also offer a service in their high schools by acting as scientific divulgators to other mates explaining the importance of water quality and its value as essential for living. Students have the principal roles in all proposed activities to reach the aims in order to confer an experiential level and they will combine the introduction of review research work with practices in the scholar laboratory. All activities will attend to the necessity of cooperative working, and they will be oriented to achieve communicative abilities. Evaluation will be proposed as a multilevel step where different evaluative instrument will be introduced such as scientific reports, tests, oral presentations, or direct observation carried out by teachers. In conclusion, this project introduces an amelioration of teaching-learning process giving sense to studied contents in Physics and Chemistry and letting the students to explore a very enricher project which favor their insertion as active members of society.

Keywords: Service-Learning; Cooperative Learning; Experiential Learning; Scholar Laboratory; Water analysis.

1. JUSTIFICACIÓN

El centro en el que se va a implantar este proyecto de innovación docente es de carácter público y mixto. En él se imparten enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato y Formación profesional (FP) Básica, Media y Superior. La introducción y ejecución de proyectos de carácter innovador son el sello de identidad del centro, propiciando de esta manera que el proceso de enseñanza-aprendizaje resulte más motivador para el alumnado. Además, este centro cuenta con un programa de bilingüe en inglés para la ESO, así como Bachillerato de Investigación en Ciencias y Tecnología y en Ciencias Sociales. Centrándonos en las instalaciones que pueden ser utilizadas para realizar proyectos de innovación en el área de Ciencias, el centro cuenta con un laboratorio de Física y Química que está bien equipado con materiales, reactivos y algunos aparatos de medida, que permiten la realización de un trabajo escolar con suficiente relevancia para las competencias que se deben adquirir en esta etapa educativa.

Este proyecto está pensado para el nivel de 4º de ESO, en el cual los alumnos están distribuidos en tres clases diferenciadas, siendo un total de 60 alumnos, sin necesidades educativas especiales. Se ha seleccionado este nivel educativo y no otro porque es el primero en el que el alumnado ha decidido voluntariamente el estudio de esta materia y está motivación y comprometido, lo que se erige como eje fundamental para el desarrollo y éxito del proyecto. Además, es un buen proyecto previo a la elección de la modalidad de Bachillerato a estudiar, ya que puede llevar a los alumnos que se sientan atraídos por la realización de este tipo de proyectos hacia un Bachillerato de Ciencias, así como la elección del programa de Investigación. No obstante, este no será el único curso que estará implicado en el proyecto, debido a la participación de los alumnos de 2º de la ESO, a los cuales los compañeros de 4º de ESO les impartirán una serie de charlas para poner en valor su trabajo y el impacto de la química y la física en la sociedad, de manera que éstos también saldrán más motivados hacia el aprendizaje de la asignatura.

La realización de las prácticas en centro educativo me ha llevado a reflexionar acerca de la desconexión que existe, para el alumnado, entre los

conocimientos adquiridos en el aula de Física y Química y su vida real, algo que, en muchos casos, les hace perder la motivación y el interés con respecto a la asignatura, tachándola en ocasiones de aburrida o abstracta. A pesar de que en este centro se realizan prácticas de laboratorio de forma semanal, los alumnos, con frecuencia, preguntan por qué realizan esas prácticas en concreto, cuál es su utilidad o para qué sirven. Por lo tanto, este proyecto se centrará en abordar esta desconexión y tratar de darle una visión más aplicada de los conocimientos teórico-prácticos estudiados durante su alfabetización científica básica. Este es otro motivo por el que se ha decidido que este proyecto se implante en el último curso de la ESO, momento en el que el alumnado ya posee un nivel de saberes de física y química suficientes como para disponer de cierta autonomía en el trabajo y unas capacidades conceptuales, metodológicas y actitudinales suficientes para llevar a cabo proyectos de investigación. Otro motivo que ha llevado a seleccionar este nivel de la ESO, en detrimento del 1º curso de Bachillerato, es la existencia del programa de Bachiller de Investigación, para el cuál desarrollan un trabajo de investigación y aquellos que lo seleccionan en el Departamento de Física y Química, utilizarán técnicas y métodos similares a los de esta propuesta.

Por otra parte, tras debatir con otros profesionales de la educación en el ámbito de la física y la química y leer acerca de problemas en el aula de esta asignatura he podido comprobar que, efectivamente, la desconexión entre la ciencia que se estudia en el aula y su aplicación hace que muchos alumnos se encuentren poco motivados a seguir estudiando Ciencias y les hace catalogar a estas asignaturas como difíciles y aburridas. Por lo tanto, se requiere una intervención para dar solución a esta problemática y mejorar así el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales.

La propuesta de mejora que resultará en el proyecto de innovación docente, que en siguientes apartados se detallará, consistirá en paliar la desconexión materia/realidad observada en el alumnado de 4º de ESO, mediante la incorporación del “Aprendizaje-Servicio” como metodología didáctica. Por lo tanto, los alumnos aprenderán la necesidad de utilizar las técnicas y conceptos que han ido adquiriendo a lo largo de la ESO, para analizar muestras de aguas de distinta procedencia (residuales, del mar, del grifo y

embotellada) y comparar parámetros fisicoquímicos básicos. El proyecto se llevará a cabo durante un curso escolar completo y se trabajará en las distintas etapas que determinan que un aprendizaje-servicio sea de calidad.

El proyecto está pensado para que los alumnos trabajen de forma activa y práctica, movilizando los saberes que ya poseen y aprendiendo nuevas destrezas en el laboratorio de Física y Química, así como poniendo en valor la necesidad de trabajar en equipo, algo fundamental en las profesiones científicas.

Para que la ejecución del proyecto sea exitosa, se necesitará la implicación activa del profesorado, el alumnado y, por supuesto, el equipo directivo. El alumnado será el pilar fundamental del proyecto ya que serán ellos los que lleven a cabo la metodología, aprendan y comprendan la utilidad de la asignatura de Física y Química, tanto para la sociedad como para ellos mismos, en la elección de una carrera profesional. El éxito del proyecto depende en gran parte de la motivación del alumnado participante pero no podemos pensar que los alumnos se motivan solos, si no que van a requerir de un profesorado implicado y activo que promueva la creatividad, el pensamiento crítico y la reflexión, de manera que el alumno se sienta atraído por la iniciativa y dé lo mejor de sí mismo. Es decir, el profesor será la guía para los alumnos y orientará su actividad para conseguir que logren todos los objetivos, reconduciéndolos o explicando y repasando los conceptos tantas veces como sea necesario. Por otro lado, y dado que el proyecto implicará a dos niveles educativos, será fundamental la participación del Equipo Directivo con relación a aspectos organizativos.

2. MARCO TEÓRICO

En este apartado se abordarán, desde una perspectiva teórica, las distintas metodologías que se utilizarán durante la ejecución del planteado proyecto de innovación docente. Además, se contextualizará la propuesta a la normativa vigente por la que se rige la Educación Secundaria en España. Por último, se introducirán las técnicas de laboratorio básicas empleadas en esta intervención educativa.

2.1. Marco legal

Esta propuesta de proyecto de innovación docente se ha preparado de acuerdo con las disposiciones legales que marca la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE núm. 340, miércoles 30 de diciembre de 2020).

En concreto, para la elaboración del proyecto se tendrán en cuenta las directrices que rigen la Enseñanza Secundaria Obligatoria en España y, concretamente, en la Región de Murcia, donde se encuentra el centro en el que se implementará. Por lo tanto, estará sujeto a las siguientes normativas:

- Real Decreto 217/2022 por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE núm. 76, miércoles 30 de marzo de 2022).
- Decreto n.º 235/2022, de 7 de diciembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM núm. 283, viernes 9 de diciembre de 2022).

En el presente proyecto de innovación docente se trabajarán contenidos que se engloban en los bloques de saberes básicos dispuestos en el Real Decreto 217/2022 (BOE núm. 76, miércoles 30 de marzo de 2022):

- Bloque A: Las destrezas científicas básicas
- Bloque B: La materia

- Bloque E: El cambio

Por último, a través del desempeño del alumno en las actividades propuestas y las diversas metodologías empleadas, se podrán evaluar las competencias específicas propuestas por las mencionadas normativas.

2.2. Aprendizaje-Servicio

La principal función social de la educación es generar una ciudadanía activa y, de esta afirmación, parte el enfoque del Aprendizaje-Servicio (ApS), también conocido como educación civil (Batlle y Bosch, 2020).

Se puede definir la metodología de ApS como una manera de aprender haciendo un servicio a la comunidad, abriendo la educación a una concepción más ética, comprometida y justa (Redondo-Corcobado y Fuentes, 2019). Así, se introduce una interconexión entre el aprendizaje que hace que se incremente calidad al servicio prestado y el servicio, que es lo que otorga un sentido al proceso de aprendizaje (Batlle y Bosch, 2020). Por lo tanto, el ApS debe ser considerado como una propuesta educativa que combina el proceso de enseñanza/aprendizaje con el servicio a la comunidad (Rovira et al., 2017).

Desde un punto de vista filosófico, el ApS puede ser también definido como “una práctica educativa compleja que transmite valores” (Martín-García et al., 2020) o “una forma de comprender el desarrollo humano desde la solidaridad y la creación de vínculos” (Puig et al., 2011). Sin embargo, muchas veces, estos valores quedan reducidos al altruismo, cooperación o solidaridad, cuando se trabajan muchos más como la responsabilidad, implicación, compromiso o empoderamiento (Martín-García et al., 2020). En definitiva, la aplicación de ApS contribuye a la formación de ciudadanos activos y comprometidos con la sociedad. siendo la pubertad y la adolescencia etapas óptimas para motivar este compromiso social activo (Figuroa-Ibérico, 2013).

De esta forma, el ApS se fundamenta en la reflexión personal y grupal que facilita la comprensión acerca de relación que debe existir entre el Aprendizaje y el Servicio. La reflexión debe ser comprendida como una herramienta que permita al alumno entender la realidad y actuar en consecuencia, siendo, por

tanto, muy necesaria para lograr que la experiencia del alumnado sea más completa y con mayor sentido para ellos (Páez Sánchez y Puig Rovira, 2013).

Desde una mirada más metodológica, ApS se basa en la combinación de varios elementos o métodos bien reconocidos en enseñanza, y que poseen una gran utilidad: aprendizaje basado en la experiencia, aprendizaje significativo y el servicio a la comunidad (Batlle y Bosch, 2020; Puig et al., 2011). El aprendizaje que emana de un ApS sigue uno de los principios básicos de la pedagogía moderna “aprender haciendo” de forma que el alumno se sitúa en el centro del proceso educativo y orienta su actividad al bien común, además de la consecución de los objetivos curriculares (Puig et al., 2011).

Por otra parte, el ApS permite orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje a la consecución de competencias que permitan al alumno ser ciudadanos activos para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Batlle y Escoda, 2019; Batlle, 2020). Es decir, el ApS puede ser considerado como una excelente herramienta para conseguir el enfoque competencial (Figueroa-Ibérico, 2013), pero no debe ser confundido con el “Aprendizaje Competencial” el cual solo se basa en el currículo académico y descarta el aprendizaje en valores que sí aporta el ApS (Martínez Vega, Uceda-Jiménez y Suárez-Vidal, 2022).

La aplicación de este tipo de metodologías tiene impacto positivo en el fomento de las conductas pro-sociales, es decir, en aquellas acciones que benefician a otras personas y no al que realiza la acción, alejándose así de actividades de beneficencia (Tapia, 2000). Sin embargo, también se ha relacionado el ApS con un alto grado de desempeño académico y desarrollo de competencial del alumnado participante (Billing et al., 2008).

Según Batlle (2018), en el marco de un aprendizaje basado en servicios los alumnos pueden:

- Sensibilizar a la población acerca de una problemática.
- Colaborar en tareas logísticas, actuando como organizadores de eventos, participando en gestión de equipos o espacios o distribuyendo los materiales necesarios.

- Denunciar, defender y reivindicar situaciones que deben ser resueltas.
- Compartir saberes, es decir, actuar como transmisores de información o divulgadores.
- Ayudar a otras personas, realizando actividades sociales, solidarias u otras.
- Conseguir recursos para una causa. Los alumnos pueden transformarse en un altavoz perfecto para obtener más apoyos en asuntos sociales.

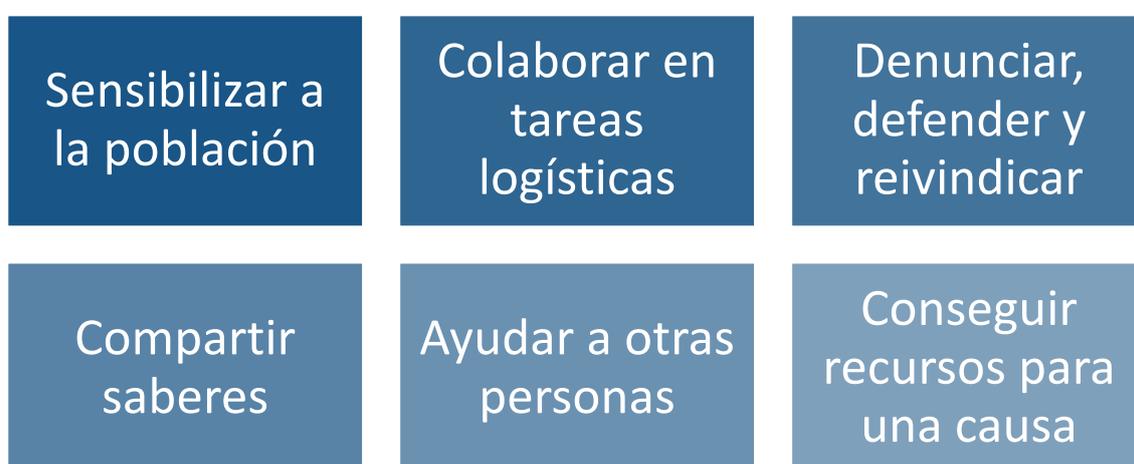


Figura 1. Representación esquemática de las posibles funciones del alumnado participante en un ApS según lo descrito por Batlle (2018).

Un ApS consta fundamentalmente de siete etapas (Batlle, 2018):

1. **Esbozo de la idea.** En esta etapa se debe definir por dónde se comenzará, cuál es la necesidad social que se atenderá, cuál es el servicio que realizar y qué aprendizajes se van a desarrollar.
2. **Establecimiento de alianzas en el entorno.** Para que el proyecto llegue a buen puerto, el centro educativo debe establecer alianzas con otras instituciones o entidades como la población cercana al centro, otros centros educativos o instituciones públicas. Para que éstos quieran asociarse con los responsables del proyecto, se precisará de la descripción clara y concreta del vínculo.

3. **Planificación del proyecto.** En esta etapa se distinguen tres fases, la definición del servicio que realizarán los alumnos, determinar los aspectos más pedagógicos y especificar la gestión y organización del proyecto.
4. **Preparación del proyecto con el grupo.** Esta etapa es clave para el éxito final del proyecto y consiste en la motivación del grupo, el diagnóstico de la necesidad social, definición y organización del trabajo y, por supuesto, reflexión sobre los aprendizajes derivados de la planificación.
5. **Ejecución del proyecto.** En esta etapa el alumnado lleva a cabo el servicio propiamente dicho y adquiere los aprendizajes y encuentran el sentido a lo que han estado estudiando y preparando. Es ahora cuando realizan el servicio, se relacionan con el entorno, comunican y difunden su proyecto y reflexionan acerca de su propio aprendizaje.
6. **Cierre del proyecto con el grupo.** En esta fase los alumnos reflexionan y evalúan los resultados de su servicio y el aprendizaje adquirido, aportar perspectivas de futuro y celebrar la experiencia vivida.
7. **Evaluación multifocal.** Esta etapa es llevada a cabo por el profesorado y les permite extraer conclusiones a distintos niveles. Para ello, se evalúa al grupo, el trabajo con la entidad, la experiencia y, de forma importante, se realiza una autoevaluación de su propia figura durante el desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, queda patente la necesidad de evaluar de forma apropiada el proyecto de ApS planteado. Para valorar el desempeño del alumnado, el Grupo de Investigación de Educación Moral de la Universidad de Barcelona (GREM) propone la utilización de una rúbrica que valore doce dinanismos divididos en tres grupos separados: básicos, pedagógicos y organizativos (Puig et al, 2014).

Para que un programa de ApS tenga la suficiente calidad y sea positivo para el centro educativo debe poseer las siguientes características (Batlle, 2020):

- Duración suficiente, para que se puedan alcanzar los objetivos propuestos.
- Relación con el currículo, de forma que se trabajen los objetivos específicos y competencias básicas de la asignatura desde la que se esté desarrollando, y que pueda ser evaluado.
- Posibilidad de establecer asociaciones entre los participantes del proyecto: alumnos, profesores, organizaciones, empresas, etc., que permitan el trabajo conjunto hacia la consecución del objetivo.
- Servicio significativo mediante el diseño de los objetivos de forma que sean apropiados para el nivel educativo y la edad de los participantes, y que aborde una cuestión relevante para la sociedad.
- Participación juvenil, que les permite participar activamente en tareas que normalmente quedan relegadas a adultos y, además, se promueve el entendimiento de la diversidad como un factor positivo y enriquecedor para todos.

Se han descrito numerosos beneficios para el alumnado de la aplicación de ApS en el aula de Secundaria como, por ejemplo, una mejora del clima del aula, fortalecimiento de los lazos entre el eje escuela-comunidad-sociedad, exploración de nuevas profesiones y mayor motivación, implicación y compromiso del alumnado con respecto a la materia (Stukas, Clary y Snyder, 1999).

Los efectos que derivan de la práctica de ApS en el aula de Secundaria se dividen en cuatro dimensiones, según Santos-Pastor et al. (2021): “académico, profesional, interpersonal y social”.

2.3. Aprendizaje basado en la experiencia

Kolb (1984) define el aprendizaje basado en la experiencia como una técnica educativa que permite la aplicación de los contenidos adquiridos en procesos activos. Además, Kolb (1984) propuso cuatro fases para el aprendizaje basado en experiencias:

1. Involucración en experiencias.
2. Observaciones reflexivas de la experiencia vivida.
3. Derivación en observaciones abstractas.
4. Experimentación activa.

El aprendizaje basado en la experiencia implica aprender a hacer, a pensar y a desarrollar habilidades y, de éste, se derivan dos ventajas para el aprendizaje: el alumno participa de forma activa y se involucra en el trabajo con otras personas, sintiéndose más motivado y le da un sentido a lo aprendido y, por otra parte, le confiere una mayor sensación de satisfacción personal, ya que sus aprendizajes están más relacionados con la vida real (Houle, 1976). Esta metodología de enseñanza se puede utilizar en cualquier ámbito del currículo educativo (Brown, 1971).

El rol del profesor, durante la aplicación del aprendizaje basado en la experiencia, es fundamental ya que su papel será el de facilitar el aprendizaje de su alumnado, entenderlo de forma empática e ir más allá de los aspectos cognitivos del proceso de enseñanza-aprendizaje (Wurdinger, 2005).

A pesar de que los postulados por los que se rige este tipo de metodología fueron descritos hace más de 40 años, hoy en día, el aprendizaje basado en experiencia se considera un método educativo innovador, debido a que supone un cambio en el proceso enseñanza-aprendizaje tradicional en el que el profesor deja de ser la única fuente de información y el rol del estudiante deja de ser meramente pasivo, como receptor de dicha información (Wurdinger, 2005). Además, este tipo de técnicas educativas hacen que el alumno adquiera competencias de trabajo cooperativo, que sirven como base para facilitar niveles de aprendizaje más altos (Peiró-Signes et al., 2015).

2.4. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo es una forma de organización social, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que los alumnos dependen del resto de sus compañeros, de forma que solo podrán aprender y alcanzar sus objetivos,

si el resto de la clase también lo consigue (Mayordomo-Saiz, Onrubia-Goñi, 2015). Así, se establece una necesidad de trabajar unidos para maximizar el aprendizaje en el aula y fomentar la responsabilidad individual y social (Johnson y Johnson, 2014).

Este tipo de aprendizaje trae consigo tanto consecuencias positivas a nivel cognitivo, así como afectivas y sociales. Por lo tanto, el aprendizaje cooperativo puede ser comprendido como un instrumento para mejorar la convivencia en las aulas, fomentar un clima positivo en el aula y preparar a los estudiantes como futuros ciudadanos activos en nuestra sociedad (García, Traver y Candela, 2019). Además, es importante resaltar que los adolescentes pueden desarrollar actitudes interesantes de carácter cívico, como la capacidad de diálogo, entender las diversas perspectivas frente a un aspecto concreto o actuar de forma colectiva en asuntos de interés social, en contraposición a lo desarrollado mediante aproximaciones individualistas (Domingo, 2008).

No se debe confundir el aprendizaje cooperativo con el aprendizaje grupal tradicional. Las principales características que diferencian el aprendizaje cooperativo de otras formas de trabajo grupal son: la interdependencia entre los iguales, la responsabilidad compartida, trabajo fundamental en el aula, el rol del profesor como supervisor del trabajo. La meta es obtener el máximo aprendizaje y la formación de grupos heterogéneos (García, Traver y Candela, 2019).

El aprendizaje cooperativo es una dinámica fundamental para que se pueda incorporar al aula el ApS ya que, para que pueda tener éxito el servicio que se proporciona, se requiere de una cooperación entre los participantes, los cuales disponen de un rol individual dentro del equipo (Traver-Martí, Moliner-García, Sales-Ciges, 2019).

2.5. El uso del laboratorio en la enseñanza de Física y Química

El estudio de las Ciencias trae consigo una percepción negativa para los alumnos, al ser percibida como una materia aburrida, difícil, con poca aplicabilidad en sus vidas. Esto se ve más acentuado por la falta de trabajo en el laboratorio y la orientación de las clases hacia el examen, más que en problemas reales (Quintanal-Pérez y Gallego-Gil, 2011). Esta apatía hacia las Ciencias en

general, y la Física y Química en particular, ha hecho que los resultados en los últimos informes PISA no hayan sido muy satisfactorios.

Para paliar esta terrible problemática, se ha propuesto el uso de metodologías innovadoras, lo que ayuda a mejorar la motivación e interés, con respecto a la ciencia, siendo las actividades más atractivas para el alumnado aquellas que puede relacionar con su entorno y vida cotidiana, de manera que les ayuden a la comprensión de los conceptos teóricos y el desarrollo del pensamiento crítico, aumentando así la involucración del alumnado en las tareas que se proponen y beneficiando al proceso de aprendizaje (García-Martínez et al., 2018).

La introducción de prácticas de laboratorio en la asignatura de Física y Química ha sido ampliamente debatida, siendo sus beneficios muy claros para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje. Entre las ventajas del uso del laboratorio se encuentran el aumento del interés y la motivación por aprender, fomentan el aprendizaje significativo, ayudan a visualizar fenómenos teóricos y pueden ser fuentes de desafíos cognitivos (Sanmartí et al., 2009).

La metodología para las Ciencias Experimentales, en las que se incluyen la Física y la Química, debe ser lo más afín posible a la metodología científica, promoviendo un marco educativo en la que se incluyan actividades de laboratorio bien diseñadas, en las que el alumno se halle en situaciones problemáticas y deba decidir cuál es el mejor método para su solución, es decir, plantear las tareas prácticas de laboratorio, como pequeñas investigaciones y la resolución de problemas científicos (Insauti y Merino, 2000).

El uso del laboratorio en la clase de Física y Química supone una aproximación del alumno hacia los contenidos, además de la adquisición de habilidades de carácter investigador, que lleva a un aprendizaje más eficaz (Gil y Payá, 1988).

2.6. Iniciativas similares

El ApS es una metodología didáctica que está siendo cada vez más utilizada en diversos niveles educativos, dados los beneficios que aporta y la multitud de técnicas pedagógicas que pueden emplearse.

El uso de ApS en la enseñanza universitaria está ganando peso y, en los últimos años, se está erigiendo como un modelo de aprendizaje óptimo, avalado por su capacidad desarrollo de habilidades y competencias personales, así como de compromiso con la sociedad, que son difíciles de conseguir con otros métodos didácticos (Rodríguez-Gallego, 2013). Por otra parte, el ApS también se está introduciendo en las aulas de Educación Primaria, ya que ha demostrado ser una valiosa herramienta para potenciar la inclusión educativa y fortalecer las relaciones entre el grupo (Serrano-Arenas y Ochoa-Cervantes, 2019).

Las propuestas de ApS para la Educación Secundaria son, hasta el momento, muy reducidas y se centran, principalmente, en los ámbitos de la Educación Física (Founaud-Cabeza y Santolaya-del Val, 2021) o la Música (Tojeiro-Pérez, Candisano-Mera y Gillanders, 2023).

Así, las propuestas de ApS dentro del ámbito científico, incluyendo en la asignatura de Física y Química, en la Educación Secundaria son, hoy en día, muy escasas, a pesar de las múltiples ventajas que supondría su introducción.

A continuación, se enumeran una selección de las propuestas educativas de ApS más interesantes desarrolladas en España, relacionadas con el ámbito científico, según la guía de 100 buenas prácticas de aprendizaje-servicio publicado por Batlle (2019):

- *Vitamínate* (2015). Desarrollado en Cataluña, tuvo como objetivo promover hábitos de alimentación saludable en Educación Infantil, siendo los educadores alumnos de 4º de la ESO con alto riesgo de fracaso escolar. Fue finalista de los Premios Aprendizaje-Servicio 2015.

- *Estás a un clic de salvar vidas* (2017). Su objetivo fue aumentar las reservas de sangre en los hospitales de la Comunidad de Madrid. Se llevó a cabo una campaña de sensibilización y donación de sangre, con alumnos de 14 a 17

años como protagonistas. Fue galardonado con el Premio Promoción de hábitos saludables en los Premios Aprendizaje-Servicio 2017.

- *Ciencia, luego existo* (2015). Alumnos canarios de 1 y 2º de la ESO diseñaron talleres científicos y diversas actividades para estimular el interés científico de niños de Educación Primaria.

- *Reciclar* (2017). Este proyecto se puso en marcha en el País Vasco, con un objetivo prioritario, aumentar la sensibilización de la población con respecto al reciclaje y la reducción de residuos. Este proyecto fue llevado a cabo por adolescentes y estuvo abierto a toda la ciudadanía.

- *Robótica* (2016). Alumnos catalanes de 4º de la ESO construyeron productos de apoyo educativo y terapéutico para personas con necesidades educativas especiales y diversidad funcional.

- *Observadores del mar-Plásticos 0* (2017). En Cataluña, los alumnos de Secundaria colaboraron con el Instituto de Ciencias del Mar de Barcelona, para colaborar en la evaluación de la contaminación por plásticos del mar, frenando así la presencia de macro y microplásticos.

Todos los anteriormente descritos proyectos de ApS tienen en común que los alumnos, además de desarrollar los contenidos competenciales del currículo, aprendieron a trabajar en equipo, y adquirieron competencias humanas tales como la cooperación, la empatía y la organización.

Tras realizar esta revisión bibliográfica, se ha detectado la carencia de proyectos ApS en la asignatura de Física y Química, algo que, como ya se ha comentado, sería de gran ayuda para fomentar la motivación e interés de los adolescentes por esta disciplina, ayudando a relacionarla con lo que aporta a la sociedad y cuáles sus salidas profesionales.

3. OBJETIVOS

En esta propuesta de proyecto de innovación docente se plantea el siguiente objetivo general y cinco objetivos específicos.

3.1. Objetivo General

El objetivo general es el de mejorar la comprensión de la relación entre la teoría y sus aplicaciones prácticas, mediante la introducción de la metodología de Aprendizaje-Servicio, en la asignatura de Física y Química de 4º de la ESO, que fomente el trabajo práctico en el laboratorio escolar.

3.2. Objetivos Específicos

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

- Generar desafíos cognitivos entre el alumnado, que conduzcan al planteamiento de pequeñas investigaciones (OE1).
- Adquirir competencias clave, para el desarrollo del trabajo en un laboratorio escolar de forma autónoma (OE2).
- Introducir pequeñas investigaciones en el laboratorio, para fomentar el aprendizaje basado en experiencias (OE3).
- Fomentar el trabajo cooperativo en el aula y el desarrollo de competencias personales, mediante el trabajo grupal y la consecución de objetivos comunes (OE4).
- Mejorar las habilidades de comunicación científica, para presentar los resultados obtenidos de las investigaciones y trabajos prácticos en un contexto formal y/o del ámbito educativo (OE5).

4. METODOLOGÍA

La propuesta de innovación docente para el curso 4º de la ESO, constituye un proyecto de Aprendizaje-Servicio (ApS), cuyas actividades se desarrollarán durante un curso escolar completo, dividiendo las distintas fases del proyecto a lo largo de las tres evaluaciones que lo componen. A continuación, se expone una descripción del proyecto resumida y que se detallará y concretará en los siguientes apartados.

Durante la primera evaluación se trabajarán las tres primeras fases de un ApS previamente expuestas. En resumen, los alumnos deberán tomar conciencia de la problemática que surge en torno a la calidad del agua, qué tipo de aguas son aptas para consumo, por qué, qué hace que el agua del mar o las aguas residuales no se puedan consumir, mediante la realización de pequeñas investigaciones en grupo, desarrollándose así el pensamiento crítico, el trabajo en grupo, la curiosidad y la motivación por el proyecto. Se buscarán alianzas para que su trabajo pueda desembocar en un servicio a la comunidad. Además, se planificará, de forma más detallada el proyecto, por parte de los alumnos participantes.

Se continuará, en la segunda evaluación, con las fases 4 y 5 de un ApS, que incluyen la preparación y ejecución del proyecto. Por tanto, se llevará a cabo la toma de muestras y su posterior análisis en el laboratorio.

Por último, en la tercera evaluación, se llevarán a cabo las fases 6 y 7 de un ApS, relacionadas con el cierre del proyecto y su evaluación. En ellas, se realizará el análisis de los resultados obtenidos en la fase previa y se finalizará con la comunicación de estos, un paso crucial para que su aprendizaje tenga como resultado un servicio a la comunidad. Como en cualquier proyecto, la fase de comunicación es vital y los alumnos deben comprender su importancia. Es por ello por lo que se dividirá en dos etapas. La primera será trasladar el informe de datos obtenido y sus conclusiones a los profesionales del área en el Ayuntamiento del municipio para su consideración, confirmando así que el aprendizaje del alumnado ha concluido en un servicio municipal de gran importancia. Posteriormente, los métodos y conceptos que se han utilizado para obtener los resultados y las conclusiones derivadas serán trasladados a los

alumnos de 2º de ESO y de FP Básica Especial, que están iniciándose en el estudio de Física y Química, de forma que se realizará también un servicio al centro educativo. Será importante que logren transmitir cuál es la importancia del acceso al agua y por qué es necesario cuidarla, haciendo así una campaña de sensibilización. Para lograr captar su atención, tendrán que elaborar carteles y presentaciones dinámicas, a través de las cuales puedan expresar los datos de manera atractiva y sencilla de comprender para alumnos con menores conocimientos científicos, lo que puede llegar a suponer un reto y desafío cognitivo. Se finalizará el proyecto con la reflexión y evaluación del mismo, que se detallará en los apartados sucesivos.

Por lo tanto, en este proyecto de innovación docente se utilizarán diversos principios metodológicos, que caracterizarán los métodos didácticos utilizados, entre los que se incluyen los siguientes:

- Aprendizaje-servicio (ApS): La propuesta de innovación docente planteada cumple los requisitos de un ApS descritos en el apartado 2.2 del Marco teórico y se basa en los siguientes principios metodológicos:
 - Partir del nivel de desarrollo del alumno. Las actividades serán propuestas por el profesor, teniendo en cuenta el nivel del alumnado y las competencias y saberes que ha ido adquiriendo en los cursos previos.
 - Compromiso ético y responsabilidad social ya que se parte de un enfoque basado en el servicio a la comunidad, es decir, asegura que en el proceso de enseñanza-aprendizaje se aborden problemáticas reales y que tenga un impacto auténtico a nivel social.
 - Desarrollo de la ética profesional, puesto que permite la adquisición por parte del alumnado de actitudes que serán fundamentales en su posterior incorporación al mundo laboral.
- Aprendizaje basado en experiencias: La propuesta de innovación aporta un carácter vivencial al aprendizaje del alumno:

- Principio de actividad, debido a que el proyecto se basa en la participación activa del alumno en todas las fases del proyecto, permitiéndoles desarrollar competencias a través de la experiencia.
- Organización del espacio y del tiempo, debido a que son los estudiantes el centro del proyecto y se encargarán de que éste sea exitoso.
- Aprendizaje cooperativo: El proyecto de innovación se plantea como un trabajo en el que sus participantes deberán organizarse en grupos para conseguir sus objetivos. Por lo tanto, se basa en el siguiente principio:
 - Principio de socialización, a partir del trabajo en equipo y la colaboración entre participantes en el proyecto fomentando actitudes cooperativas.

4.1. Contenidos

En este proyecto de innovación docente se trabajarán los bloques de saberes básicos previamente expuestos en el apartado de marco legal. En concreto, se trabajarán los siguientes saberes básicos marcados por el Real Decreto 217/2022 (BOE núm. 76, miércoles 30 de marzo de 2022) por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE núm. 76, miércoles 30 de marzo de 2022) expuestos en la Tabla 1.

Tabla 1.
Contenidos que se trabajarán en el proyecto de innovación.

Bloque A. Las destrezas científicas básicas	Bloque B. La materia	Bloque E. El cambio
C1: Trabajo experimental y proyectos de investigación	C4: Sistemas materiales	C6: Ecuaciones químicas.
C2: El laboratorio como recurso de aprendizaje	C5: Compuestos químicos y su formulación.	C7: Descripción cualitativa de reacciones químicas de interés.
C3: Interpretación y producción de		

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, con la implementación de este proyecto de innovación, también se desarrollarán otros aspectos que van más allá del currículo tradicional y que enriquecerá la educación del alumnado, favoreciendo su desarrollo integral. En este proyecto de ApS se trabajarán los siguientes contenidos no curriculares:

- Desarrollo de habilidades interpersonales tales como la comunicación efectiva, el trabajo en equipo o la resolución de conflictos.
- Conciencia cívica y responsabilidad social ya que, el alumno se incorpora de manera activa a la vida cívica y se compromete con el beneficio social.
- Bienestar psicológico, debido a que se desarrolla autoestima y la confianza de los participantes, al ser conscientes del impacto positivo en la sociedad de sus acciones.
- Desarrollo de la conciencia ambiental, puesto que se promueve un compromiso con la sostenibilidad y se valoran las medidas para proteger el medio ambiente.
- Adquisición de habilidades de planificación y organización, mediante la experiencia práctica para que el proyecto resulte finalmente exitoso.

Además, se trabajarán las competencias específicas recogidas en la mencionada normativa:

1. Comprender y relacionar los motivos por los que ocurren los principales fenómenos fisicoquímicos del entorno, explicándolos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas, para resolver problemas, con el fin de aplicarlas para mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana.
2. Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.

3. Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.
4. Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.
5. Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales, como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.
6. Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas dedicadas a ella, sino que también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.

A través de este proyecto de innovación se trabajarán las siguientes competencias clave: competencia en comunicación lingüística (CCL), competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM), competencia digital (CD), competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA), competencia ciudadana (CC), competencia emprendedora (CE) y la competencia en conciencia y expresión culturales (CCEC).

Por lo tanto, se trabajarán los siguientes descriptores operativos del Perfil de Salida: CCL1, CCL3, CCL5, STEM1, STEM2, STEM4, STEM5, CD1, CD2, CD3, CPSAA1, CPSAA2, CPSAA3, CPSAA4, CE1, CE2, CC1, CC3, CC4, CCEC1, CCEC2, CCEC3, CCEC4 según el Real Decreto 217/2022 por el que

se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE núm. 76, miércoles 30 de marzo de 2022).

Asimismo, la propuesta de innovación estará orientada a la consecución de los ODS de la agenda 2030 planteados por Naciones Unidas en 2016, formando al alumno para una ciudadanía activa, responsable y comprometido para reducir desigualdades y luchar contra el cambio climático. En este proyecto se trabajarán los siguientes ODS:

- ODS 4: Educación de Calidad. Se trabajará la necesidad de una educación para todos, mediante la exposición didáctica de los resultados obtenidos a otras personas.
- ODS 6: Agua limpia y Saneamiento. Los alumnos tomarán conciencia de la necesidad del acceso a un agua de calidad para todos y valorarán los requisitos necesarios para que un agua sea apta para el consumo.
- ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos. Para poder garantizar el éxito del programa serán extremadamente necesarias alianzas con el entorno, en este caso con el Ayuntamiento y con otras clases del centro educativo.

4.2. Temporalización y actividades

Este proyecto de innovación docente se dividirá en las siete fases que componen un ApS y se desarrollarán a lo largo del curso escolar completo. En el Anexo 1 se resume de forma de tabla esquemática, la temporalización de las distintas fases, sesiones y actividades en los distintos meses del año (ver Anexo 1).

Las actividades que se realizarán en las diferentes fases y sesiones del proyecto serán las siguientes:

Fase 1: Esbozo de la idea

Actividad 1: Explorando aguas desconocidas

- **Objetivos:** El objetivo de la actividad será que los alumnos entren en contacto con el ApS y comprendan el valor del agua y su calidad.

- Contenidos: En esta actividad los contenidos curriculares trabajados serán los del bloque A, concretamente el C1 y las CE 4 y 5.
- Recursos: La sesión se llevará a cabo en un aula equipada con un ordenador por cada estudiante y con acceso a internet, para la búsqueda de información.
- Agrupación: Se formarán los grupos de trabajo que se mantendrán en el resto de las sesiones de 5 personas cada uno.
- Duración: 55 minutos en el aula y 1 hora de trabajo autónomo.
- Descripción: En esta actividad, el profesor planteará las bases y objetivos del proyecto de innovación que se va a comenzar y se formarán los grupos de trabajo. Los alumnos comenzarán a buscar información sobre por qué es importante el agua y por qué es necesario realizar análisis y controles sobre su calidad. La culminación de la investigación y su materialización en un informe científico se realizará de forma autónoma fuera del aula y se enviará al profesor mediante la plataforma *Google Classroom*.
- Evaluación: Se evaluará mediante la corrección del pequeño informe de investigación, que realizarán en grupo, derivado de la búsqueda propuesta.

Fase 2: Establecimiento de alianzas con el entorno

Actividad 2: Tejiendo alianzas

- Objetivos: El objetivo será que los alumnos establezcan alianzas ofreciéndoles un servicio a la comunidad, a través del diálogo y sus habilidades de persuasión, para poner en valor el trabajo que realizarán.
- Contenidos: En esta actividad se trabajarán los contenidos curriculares del bloque A de saberes básicos (C1) y las CE 2 y 6.
- Recursos: Se utilizarán recursos del tipo material escolar.
- Agrupación: Se trabajará en los grupos de 5 personas.
- Duración: 55 minutos.

- Descripción: En esta actividad, los alumnos se reunirán con el responsable de aguas de su municipio y con el equipo directivo de su centro educativo, para plantearles un servicio: el análisis de aguas y la campaña de sensibilización a compañeros de otros niveles educativos, respectivamente.
- Evaluación: Se evaluará mediante la observación directa del alumnado.

Fase 3: Planificación del proyecto

Actividad 3: Seleccionando sitios de muestreo

- Objetivos: El objetivo será que cada grupo planifique sus lugares de muestreo.
- Contenidos: En esta actividad se trabajarán de nuevo los contenidos curriculares trabajados, serán los de los bloques A y B de saberes básicos.
- Recursos: Se utilizará un ordenador por grupo para la búsqueda.
- Agrupación: Se trabajará en los grupos de 5 personas.
- Duración: 55 minutos.
- Descripción: En esta actividad, los alumnos buscarán lugares del municipio donde tomar muestras de agua de rambla, agua de mar y agua del grifo. Cada grupo deberá tomar las muestras en un lugar distinto para tener más representatividad en los resultados que se irán obteniendo.
- Evaluación: Se evaluará mediante la corrección del informe de lugares de toma de muestras desarrollado por el alumnado.

Actividad 4: Explorando los parámetros de calidad del agua

- Objetivos: El objetivo será que los alumnos aprendan qué parámetros de calidad de agua serán analizados y por qué son importantes.
- Contenidos: En esta actividad se trabajarán los contenidos curriculares de los bloques A y B de saberes básicos (C3 y C4) y las CE 1, 2, 3, 4 y 5.

- Recursos: Se utilizará un ordenador con acceso a internet por grupo.
- Agrupación: Se trabajará en los grupos de 5 personas.
- Duración: 55 minutos.
- Descripción: En esta actividad, los alumnos investigarán sobre los parámetros de calidad de agua que el profesor propone tales como conductividad, pH, residuo seco, densidad y concentración de dióxido de carbono (CO₂).
- Evaluación: Se evaluará mediante la realización de un trabajo sobre la necesidad del análisis de esos parámetros de calidad del agua.

Actividad 5: Aprendiendo a comunicar nuestros datos

- Objetivos: El objetivo será que los alumnos adquieran destrezas comunicativas de los resultados obtenidos en el proyecto en diferentes contextos.
- Contenidos: En esta actividad se trabajarán los contenidos curriculares del bloque A de saberes básicos (C3) y las CE 2 y 5.
- Recursos: Se utilizará un ordenador con acceso a internet por grupo.
- Agrupación: Se trabajará en los grupos de 5 personas.
- Duración: 55 minutos.
- Descripción: En esta actividad, el profesor expondrá las características básicas de un informe de laboratorio formal, así como estrategias más divulgativas para llegar a un público que desconoce la materia. El profesor irá proponiendo retos a los alumnos, para que vayan practicando sus habilidades de comunicación.
- Evaluación: Se evaluará mediante la claridad expositiva del alumnado ante los desafíos planteados por el profesor.

Fase 4. Preparación del proyecto con el grupo

Actividad 6: Organizando nuestro proyecto

- Objetivos: El objetivo será que los alumnos se preparen para comenzar a tomar las muestras y trabajar en el laboratorio.
- Contenidos: En esta actividad se trabajarán los contenidos curriculares de los bloques A, B y E de saberes básicos (C2, C4 y C6) y las CE 1, 2, 3 y 5.
- Recursos: La sesión transcurrirá en el laboratorio escolar y se podrán utilizar los materiales y reactivos disponibles.
- Agrupación: Se trabajará en los grupos de 5 personas.
- Duración: 55 minutos.
- Descripción: En esta actividad, los alumnos se familiarizarán con el trabajo en el laboratorio y lo prepararán para su trabajo posterior. Podrán preguntar dudas que les hayan ido surgiendo durante las fases anteriores.
- Evaluación: Se evaluará mediante un examen tipo test en la aplicación *Kahoot*, para valorar su nivel de comprensión acerca del proyecto que se va a desarrollar. Servirá como evaluación intermedia y el profesor la utilizará para reconducir a aquellos alumnos que no demuestren haber adquirido las competencias necesarias en este punto del proyecto.

Fase 5. Ejecución del proyecto

Actividades 7, 8 y 9: Analizando aguas

- Objetivos: El objetivo será que los alumnos tomen las muestras, las analicen en el laboratorio obteniendo resultados que analizarán y la elaboración de informe.
- Contenidos: Con estas actividades se trabajarán los contenidos curriculares los de los bloques A, B y E de saberes básicos (C1, C2, C3, C4, C5 y C6) y las CE 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
- Recursos: La sesión transcurrirá en el laboratorio escolar y se podrán utilizar los materiales y reactivos disponibles.

- Agrupación: Se trabajará en grupos de 5 personas.
- Duración: 4 sesiones de clase de 55 minutos.
- Descripción: Estas 4 sesiones comenzarán, tras la toma de muestras por parte de los alumnos, de forma autónoma. Se realizará en 4 sesiones consecutivas en las que los alumnos trabajarán estas 3 actividades en las que desarrollarán las tareas más prácticas y científicas del proyecto. En la actividad 7, los alumnos analizarán los siguientes parámetros fisicoquímicos: pH, residuo seco, densidad, conductividad y determinación de la concentración de CO₂ (Anexo 1). Una vez obtenidos los datos, deberán tratarlos de forma autónoma y elaborar informes científicos sobre ellos durante las actividades 8 y 9, respectivamente. El límite temporal de estas actividades será difuso ya que dependerá del ritmo de trabajo y organización de los diferentes grupos ya que se potenciará el trabajo autónomo. Se podrán consultar dudas con el profesor mediante la plataforma *Google Classroom* fuera del horario lectivo.
- Evaluación: Se evaluará mediante un informe detallado del trabajo en el laboratorio donde se incluirán los fundamentos teóricos de las técnicas empleadas, los materiales utilizados, el procedimiento y los resultados obtenidos.

Actividad 10: Comunicando nuestros resultados

- Objetivos: El objetivo será que los alumnos comuniquen los resultados obtenidos en dos entornos diferentes: delante de las autoridades pertinentes del Ayuntamiento y frente a clases de 2º Formación Profesional Básica Especial y 2º de ESO, a modo de campaña de sensibilización.
- Contenidos: En esta actividad se trabajarán los contenidos curriculares de los bloques A, B y E de saberes básicos (C3) y las CE 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
- Recursos: Las sesiones transcurrirán en el salón de actos del centro.
- Agrupación: Se trabajará en grupos de 5 personas.
- Duración: 2 sesiones de 55 minutos.

- Descripción: Estas dos sesiones constituyen la materialización del servicio propuesto en este proyecto. En la primera sesión, los encargados habituales de realizar este tipo de análisis en el municipio vendrán al centro y los alumnos les explicarán sus resultados y conclusiones y les entregarán un informe científico que los recoja. En la segunda sesión, los alumnos se convertirán en divulgadores por un día con los alumnos de 2º de FP Básica Especial y 2º de ESO, explicándoles sus resultados de manera sencilla y sensibilizándolos de la importancia de cuidar el agua como recurso fundamental de la vida, a través de carteles y presentaciones dinámicas. En esta segunda sesión, cada grupo de 5 alumnos divulgará delante de una clase diferente de los niveles educativos mencionados.
- Evaluación: La evaluación de esta actividad la realizarán los receptores del servicio mediante un formulario de *Google forms*, preparado por el profesor, en el que valorarán la calidad del servicio recibido. También, el profesor valorará la claridad expositiva y las habilidades de comunicación.

Fase 6. Cierre de proyecto

Actividad 11: Atando cabos.

- Objetivos: El objetivo será que los alumnos reflexionen sobre su participación en el proyecto y celebren la consecución de los objetivos marcados.
- Contenidos: En esta actividad, se trabajarán los contenidos curriculares de los bloques A de saberes básicos (C3) y la CE 4.
- Recursos: La sesión transcurrirá en el aula habitual.
- Agrupación: Se trabajará de forma individual.
- Duración: 55 minutos.
- Descripción: En esta actividad, cada grupo de alumnos elegirá a un portavoz para que comente los datos que han obtenido del análisis de las distintas muestras. Se generará un debate entre los grupos, moderado por el profesor, donde se pondrán de manifiesto qué tipo de agua es más apta

para el consumo y la necesidad de conocer su calidad. También se reflexionará acerca de la importancia de cuidar el agua como recurso fundamental para la vida. Los minutos finales de la sesión se destinarán a poner en valor lo aprendido, desde un punto de vista no curricular, a un nivel más personal.

- Evaluación: El profesor evaluará las aportaciones de cada alumno al debate y sus habilidades de comunicación.

Fase 7. Evaluación multifocal

Actividad 12: Reflexionando sobre nuestro trabajo.

- Objetivos: El objetivo será que todos los participantes del proyecto analicen su participación, qué les ha aportado, qué han aportado a la sociedad y su nivel de satisfacción con el proyecto.
- Contenidos: En esta actividad se trabajarán los contenidos curriculares del bloque A de saberes básicos y las CE 4 y 6.
- Recursos: La sesión transcurrirá en el aula habitual.
- Agrupación: Se trabajará de forma individual.
- Duración: 55 minutos.
- Descripción: En esta actividad, los alumnos y el profesor llevarán a cabo la evaluación del proyecto y de su participación.
- Evaluación: Se realizará una autoevaluación personal de su desempeño, una evaluación al proyecto y una valoración al profesor que ha conducido el proyecto. Todo se realizará mediante formularios de *Google forms*. Esta evaluación no ponderará para la nota final.

4.3. Recursos

Los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto pueden ser categorizados en materiales, humanos y espaciales.

Recursos humanos:

- Tres profesores de Física y Química, ya que estarán divididos en tres clases.
- Alumnado de 4º de ESO.
- Alumnado de 2º de ESO y de FP Básica Especial.
- Personal de mantenimiento del centro, que serán fundamentales en la preparación de las aulas y para solucionar posibles problemas que surjan durante el desarrollo del proyecto.

Recursos espaciales:

- Aula de teoría. Será el aula habitual, para cada grupo de alumnos.
- Laboratorio de Física y Química. Lugar en el que se desarrollarán los experimentos prácticos.
- Salón de actos. Ubicación para las reuniones y las charlas dadas por los alumnos, como parte del servicio.

Recursos materiales:

- Material de laboratorio (ver Anexo 1)
- Reactivos de laboratorio (ver Anexo 1)
- Ordenador (1 por alumno)
- Pizarra digital
- Pupitres y sillas
- Pizarra convencional con rotuladores

5. EVALUACIÓN

La evaluación es una parte fundamental del proyecto de innovación docente. Se realizará de forma multinivel: los alumnos serán evaluados por el profesor y los receptores del servicio mientras que, el proyecto, será evaluado por alumnos, profesores y demás participantes.

5.1. Evaluación sobre el alumnado

Los objetivos han sido definidos en el proyecto con el alumnado como protagonista. Por lo tanto, para saber si el proyecto propuesto ha sido eficaz para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje deben evaluarse si se alcanzan los objetivos específicos que se pretende trabajar a través de las distintas actividades, y a partir de los criterios de evaluación expuestos en el Real Decreto 217/2022 (BOE núm. 76, miércoles 30 de marzo de 2022).

La Tabla 2 muestra con qué criterios de evaluación se relaciona cada uno de los objetivos específicos planteados en este trabajo y con los instrumentos de evaluación que serán utilizados para ese fin.

Tabla 2.

Evaluación del cumplimiento de los objetivos por parte de los alumnos

Objetivo específico	Criterios de evaluación	Instrumento de evaluación
OE 1	1.3; 2.1; 2.3; 4.2; 5.2; 6.2.	Informes de investigación y laboratorio
OE 2	2.2; 2.3; 3.3; 5.1; 5.2; 6.2.	<i>Kahoot</i> e informes de investigación y laboratorio
OE 3	1.2; 2.2; 3.3; 5.1; 5.2; 6.2.	Informes de investigación y laboratorio
OE 4	5.1; 5.2; 6.2.	Observación directa
OE 5	3.1; 3.2; 6.2.	Exposiciones y formulario de satisfacción de los receptores del servicio

Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación al alumnado se valorarán todas las actividades tal y como ha sido dispuesto en el apartado 4.2. Para que esta evaluación se traduzca en

una nota final para el alumno, se establecen las ponderaciones que se describen en la Tabla 3. De esta manera, obtendremos una calificación numérica que representará un total del 15% de la nota final de la asignatura de cada alumno.

Tabla 3.

Ponderación del cumplimiento de los objetivos para obtener la nota final de cada estudiante

Instrumento de evaluación	Criterios de evaluación	Ponderación
Informe de investigación o de laboratorio	1.2; 1.3; 2.1; 2.2; 2.3; 3.3; 4.2; 5.1; 5.2; 6.2.	50%
Examen mediante Kahoot	2.2; 2.3; 3.3; 5.1; 5.2; 6.2.	15%
Observación directa	5.1; 5.2; 6.2.	15%
Exposiciones	3.1; 3.2; 6.2.	15%
Formularios	3.1; 3.2; 6.2.	5%

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, el mayor peso a nivel de puntuación recaerá sobre los trabajos del tipo informes de laboratorio o de investigación, que se proponen en las actividades A1, A3, A4, A7, A8, A9 y A10. El cómputo global de la calificación de este instrumento de evaluación será así del 50% del total, debido a que el tiempo que llevará al alumnado será mayor y se relacionan con diversos criterios de evaluación, marcados para este nivel educativo y se valorará según los objetivos marcados por el profesor, al comienzo de cada sesión. El examen con la aplicación *Kahoot*, realizado en la A6, contará un 15% de la nota final y además de tener una función de seguimiento y valoración de las competencias que ha ido adquiriendo el alumno en un punto intermedio del proyecto, también servirá como control para el profesor de su actividad y reconducir a los alumnos, si fuera necesario.

En un trabajo que se basa en la metodología del aprendizaje cooperativo, es fundamental que el profesor observe de manera directa a sus alumnos, para valorar si establecen interacciones constructivas con sus compañeros y son

capaces de trabajar en equipo. Tal y como propone Tuesta-Calderón (2021) para que el aprendizaje cooperativo pueda ser evaluado de una manera objetiva se debe hacer uso de una rúbrica, por lo que se ha diseñado una rúbrica específica para poder valorar este aprendizaje en este proyecto en concreto (Tabla 4). Este apartado contabilizará un 15% de la nota final.

Tabla 4.

Rúbrica para la evaluación del trabajo cooperativo.

	Deficiente (0)	Aceptable (1)	Notable (2)	Excelente (3)
Muestra actitudes positivas en el trabajo en equipo	No es capaz de trabajar en equipo	Trabaja a veces en equipo, pero tiende al individualismo	Trabaja en equipo casi siempre, pero a veces es individualista	Trabaja siempre en equipo
Ayuda a sus compañeros de equipo	No ayuda a sus compañeros	Ayuda poco a sus compañeros	Ayuda a los compañeros en la mayoría de los casos	Ayuda siempre a los compañeros
Desarrolla el rol requerido en cada momento	No desarrolla los roles requeridos	No es capaz de adaptarse al rol a desempeñar	Desarrolla el rol propuesto y otros	Adopta el rol requerido en cada situación
Respeto el trabajo de sus compañeros y lo pone en valor	No respeta el trabajo de sus compañeros o no lo pone en valor	Pone en valor el trabajo de los compañeros, pero no lo respeta	Respeto el trabajo de los compañeros, pero no lo pone en valor	Respeto y pone en valor el trabajo de sus compañeros

Fuente: Elaboración propia.

El servicio planteado en este proyecto consiste en la explicación, sensibilización y concienciación de la importancia del agua y cuáles son aptas para su consumo a otros compañeros del centro educativo, así como la comunicación de los resultados de manera formal a las instituciones pertinentes. Por lo tanto, se valorarán las habilidades comunicativas mediante el uso de rúbricas (García et al., 2018) (Tabla 5) y computará un 15%.

Por último, en un ApS es fundamental que el servicio que los alumnos proporcionan sea de calidad, por lo que los receptores del servicio entregarán

una encuesta de satisfacción por *Google Forms*, valorando las habilidades de los alumnos que han participado y contabilizará un 5% del total. El profesor utilizará la aplicación *Additio App* para llevar el registro de todas las calificaciones.

Tabla 5.

Rúbrica para la evaluación de las exposiciones.

	Deficiente (0)	Aceptable (1)	Notable (2)	Excelente (3)
Explica de forma clara y concisa el contenido de la exposición	No	Hay ciertos momentos donde no expone claramente	Sí pero no muestra dominio del contenido de la exposición	Sí
Los materiales de apoyo son adecuados	No	Los materiales no son del todo adecuados, pero los puede defender	Los materiales son aceptables, pero pueden mejorar	Sí
Capacidad de transmitir la información en función del contexto	No es capaz de adaptarse al contexto	Se adapta al contexto, pero cambia de uno formal a informal	Comete algunos errores en la selección de expresiones	Se adapta perfectamente al contexto
Dominio de la información y buena estructuración de los contenidos expuestos	No domina el contenido ni lo estructura de forma	Muestra un ligero conocimiento de la información y la estructuración es regular	Domina el contenido de la exposición, pero no lo estructura correctamente	Domina el contenido de la exposición y lo estructura correctamente

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, si el alumnado consigue alcanzar los objetivos del proyecto, será un primer indicador de la validez del proyecto ya que habrá servido para fomentar la adquisición de destrezas, habilidades y conocimientos del alumnado.

5.2. Evaluación del proyecto

Tras evaluar al alumnado, se evaluará el proyecto, con el fin de evidenciar la validez del propio diseño del proyecto, mediante la cumplimentación de un cuestionario, por parte de alumnos y profesores participantes. La evaluación del proyecto se realizará adaptando las rúbricas propuestas por Puig (2013) y se puede catalogar como evaluación conjunta (ver Anexo 3).

De esta forma, cada criterio de evaluación se materializará en distintos niveles y estos serán puntuados del 1 al 4, siendo el 1 el menos positivo y el 4 más positivo. Cada evaluador puntuará todos los niveles y se realizarán las medias de cada nivel. Al cumplimentar este cuestionario todos los participantes, será una evaluación al proyecto y también de su propio desempeño, aportando cierto matiz de autoevaluación de la acción estudiantil y de la práctica docente.

6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL

La realización de este Trabajo Fin de Máster (TFM) ha supuesto para mí una aproximación a la innovación educativa y, concretamente, a la metodología de Aprendizaje-Servicio (ApS) que desconocía. Los proyectos ApS me han resultado de gran interés para su introducción en Secundaria, debido a que suponen una gran oportunidad para trabajar en el aula, tanto aspectos curriculares como otros no curriculares que, a veces, no tienen el suficiente peso en la educación de los adolescentes. Por otra parte, me parece muy enriquecedor para el alumno y para los docentes ser capaces de establecer, desde aula, un servicio a la comunidad. El hecho de colaborar directamente como socios del Ayuntamiento del municipio potenciará la motivación del alumnado y hará que nuestro servicio sea creativo y útil. La segunda manera de dar servicio hacia otros compañeros del centro, como por ejemplo los alumnos de FP Básica Especial o de 2º de ESO, hará que el alumno se convierta, por un momento, en profesor y transmita todo lo aprendido a compañeros con unos conocimientos científicos menores, suponiendo un desafío cognitivo y un excelente mecanismo para desarrollar habilidades comunicativas en diversos contextos, adaptando el lenguaje a estos.

Puede destacarse que el aprendizaje que adquirirán los alumnos es innovador, a la vez que útil para la sociedad. El hecho de que los estudiantes sean conscientes de que su trabajo y experiencia está resultando útil para otras personas resulta motivador y anima a seguir aprendiendo. Así, este proyecto de ApS es útil para todo el alumnado de 4º de la ESO, además de estar dando un servicio a la comunidad, reforzando la motivación de los alumnos y su interés por el aprendizaje. Por lo tanto, esta característica puede ser considerada una de las mayores virtudes del proyecto. También, se puede destacar que este proyecto es una buena manera de introducir situaciones de aprendizaje en el aula y trabajar los contenidos ya explicados en clase, como las reacciones químicas o los equilibrios ácido-base, desde un punto de vista totalmente aplicado a la realidad, siendo así menos abstracto y más fácilmente comprensible por el alumnado. Por último, creo que la mayor virtud de este proyecto es que trasciende al currículo y enseña al alumno la importancia de trabajar en equipo, cooperar y colaborar, para hacer buena ciencia o desarrollar

habilidades de comunicación, de empatía y de conciencia social y ambiental o incluso de ética profesional. Es por ello por lo que la implantación de proyectos de ApS que promuevan un aprendizaje basado en experiencias y con trabajo cooperativo son de gran utilidad para formar ciudadanos preparados para ejercer una ciudadanía activa y comprometida.

Sin embargo, este proyecto al depender del establecimiento de alianzas para establecer el servicio se puede ver comprometido en el caso de que el centro educativo no pueda conseguir esos socios. Por otra parte, el éxito del proyecto también radica en el grado de compromiso de los alumnos con éste, por lo que la labor del profesor será de vital importancia para atraerlos hacia el proyecto y que se puedan conseguir los objetivos.

La innovación de este proyecto radica en la transformación del uso del laboratorio escolar hacia un servicio, imitando a lo que se haría en instituciones públicas o empresas, desde una perspectiva profesional. De esta manera, se transforma el aprendizaje práctico tradicional, en el que se aprenden técnicas de laboratorio sin conexión con el mundo real, en una manera de aproximar al alumnado a profesiones relacionadas con las ciencias experimentales, pudiendo llegar a verse incrementadas su vocación por carreras del ámbito científico-tecnológico, a menudo poco atractivas para estudiantes de Secundaria. Además, esta propuesta permite que el alumnado se involucre de forma más activa en su proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que se convierte en el protagonista de todas las fases del proyecto y, de ello, depende el éxito final del servicio.

Atendiendo a la viabilidad del proyecto, su implementación no afectará al transcurso normal de las clases de Física y Química y podrá ser utilizado como un complemento a la enseñanza tradicional. Teniendo en cuenta que las sesiones del proyecto se llevarán a cabo a lo largo de un curso escolar, las sesiones destinadas a este proyecto supondrán únicamente un 10% del total, por lo que no sólo no afectará a la adquisición de los saberes básicos propuestos para su nivel, sino que potenciará este aprendizaje y hará que la comprensión de algunos conceptos que pueden ser complejos se vea más afianzada y asentada, debido al aprendizaje experiencial. Otra característica que hace viable este proyecto es el bajo presupuesto económico que se necesita para

introducirlo, ya que ha sido pensado para utilizar aparataje, material y reactivos que ya están disponibles en los laboratorios del centro. Además, se han propuesto técnicas de laboratorio que requieren reactivos comunes y que traen consigo un gasto muy bajo.

Bajo mi punto de vista, este proyecto podría llevarse a la práctica y seguir introduciéndose durante varios cursos puesto que, en la actualidad, no se introducen este tipo de proyectos de manera habitual durante la ESO y supondría una innovación de la práctica y una excelente alternativa a las tradicionales prácticas de laboratorio sin conexión con la vida real. Además, se podrían introducir diferentes temáticas para el ApS como, por ejemplo, la creación de modelos energéticos sostenibles o el análisis de pesticidas en el huerto escolar, mediante el establecimiento de alianzas con empresas de estos sectores. No hay que olvidar que un proyecto de ApS es perfectamente aplicable a cualquier ámbito educativo e incluso permite la integración de varias materias en un mismo proyecto, haciéndolo más enriquecedor para todos los participantes. En definitiva, un proyecto de ApS siempre es innovador porque, al proporcionar un servicio real, se debe ir adaptándolo a las necesidades de cada momento, pero permitiendo su introducción en cursos sucesivos.

En conclusión, esta propuesta de innovación docente podría ser ampliamente utilizada en los centros educativos como un mecanismo para acercar la Educación Secundaria a la vida real, atendiendo a las necesidades específicas de la comunidad en la que se encuentra el centro educativo. Este proyecto propone una metodología que permite al alumno ir más allá del aprendizaje tradicional y conocer, de primera mano, algunas necesidades de la sociedad, desde el ámbito científico.

7. REFERENCIAS

- Batlle, R. (2020). *Guía práctica de aprendizaje-servicio*. Santillana Educación.
- Batlle, R. y Escoda, E. (2019). *100 Buenas Prácticas de Aprendizaje-Servicio: Inventario de Experiencias Educativas Con Finalidad Social*. Santillana.
- Batlle, R. y Bosch C. (2020). *Aprendizaje-servicio. Compromiso social en acción*. Santillana Activa.
- Billing, S., Jesse, D. y Grimley, M. (2008). Using Service-Learning to promote character education in a large urban district. *Journal of Research in Character Education*, 6(1), 21-34.
- Brown, G.I. (1971). *Human teaching for human learning*. The Viking Press.
- Domingo, J. (2008). El aprendizaje cooperativo. *Cuadernos de trabajo social*, 21, 231-246.
- Founaud-Cabeza, M.P. y Santolaya-del Val, M. (2021). Aprendizaje servicio en educación física: adolescencia activa. *Aula de Encuentro*, 23 (2),135-154. <https://doi.org/10.17561/ae.v23n2.5357>
- García, N.M., Paca, N.K., Arista, S.M., Valdez, B.B. y Gómez, I.I. (2018). Investigación formativa en el desarrollo de habilidades comunicativas e investigativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(1), 125-136. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.336>
- García, R., Traver J.A. y Candela I. (2019). *Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, características y técnicas*. Publicaciones ICCE.
- García-Martínez, N., García Martínez, S., Andreo-Martínez, P. y Almela, L. (2018). Ciencia en la cocina. Una propuesta innovadora para enseñar Física y Química en Educación Secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 36(3), 179, 198.
- Gil, D. y Payá, J. (1988). Los trabajos prácticos de Física y Química y la metodología científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 73-79.

- Houle, C. O. (1976). *Deep traditions of experiential learning*". *Experiential learning: Rationale characteristics assessment*. M. Keeton.
- Johnson, D.W. y Johnson, R.T. (2014). Cooperative Learning in 21st Century. *Annals of Psychology*, 30(3), 841–851. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201241>
- Kolb, D.A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Martínez-Vega, A., Uceda-Jiménez, F. y Suárez-Vidal, G. (2022). El Aprendizaje Servicio en el enfoque competencial. *Logía, educación física y deporte*, 3 (1), 11-27.
- Martín-García, X., Bär-Kwast, B., Gijón-Casares, M., Puig-Rovira, J. M. y Rubio-Serrano, L. (2020). El Mapa de los Valores del Aprendizaje-Servicio. *Alteridad*, 16(1), 12–22. <https://doi.org/10.17163/alt.v16n1.2021.01>
- Mayordomo-Saiz, R. y Onrubia, J. (2015). *El Aprendizaje Cooperativo*. Editorial UOC.
- Páez Sánchez, M. y Puig Rovi, J.M. (2015). La Reflexión en el Aprendizaje-Servicio. *Revista Internacional de Educación Para La Justicia Social*, 2(2). <https://doi.org/10.15366/riejs2013.2.2.001>
- Peiró-Signes, M.V., Segarra-Oña, M., de-Miguel-Molina, J. y Albors-Garrigós, B. (2015) THE EXPERIENTIAL LEARNING ACTIVITY: BENEFITS AND DIFFICULTIES IN REAL LEARNING ENVIRONMENTS, *INTED2015 Proceedings*, 7231-7236.
- Puig, J. M., Martín, X., Rubio, L., Palos, J., Gijón, M., de la Cerda, M. y Graell, M. (2014). Rúbrica para la autoevaluación y la mejora de los proyectos de ApS. *Fundació Jaume Bofill: Barcelona, Spain*.
- Puig, J., Guijón M., Martín J. y Rubio L. (2011). Aprendizaje-servicio y educación para la ciudadanía. *Revista de Educación*, número extraordinario, 45-67.

- Quintanal-Pérez, F. y Gallego-Gil D. (2011). Incidencia de los estilos de aprendizaje en el rendimiento académico de la Física y la Química de secundaria. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 8(8), 1-26.
- Redondo-Corcobado, P. y Fuentes, J.L. (2019). La Investigación Sobre el aprendizaje-Servicio en la Producción Científica española: Una Revisión Sistemática. *Revista Complutense de Educación*, 31(1), 69–83. <https://doi.org/10.5209/rced.61836>
- Rodríguez Gallego, M.R. (2013). El Aprendizaje-Servicio como estrategia metodológica en la Universidad. *Revista Complutense de Educación*, 25(1), 95-113.
- Rovira, J.M.P., Martín, X. y Serrano, L.R. (2017). ¿Cómo evaluar proyectos de aprendizaje servicio?. *Voces de la Educación*, 2(4), 122-132.
- Sanmartí, N. (2009). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Editorial Síntesis Educación.
- Santos-Pastor, M.L., Martínez-Muñoz, L.F., Garoz-Puerta, I. y García-Rico, L. (2021). La Reflexión en el Aprendizaje-Servicio Universitario en Actividad Física y Deporte. Claves para el aprendizaje personal, Académico y Profesional. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, (27), 9–29. <https://doi.org/10.18172/con.4574>
- Serrano-Arenas D. y Ochoa-Cervantes, A. (2019). El aprendizaje-servicio como potenciador de la educación inclusiva en la educación primaria. *Ridas, Revista Iberoamericana de Aprendizaje Servicio*, 7, 37-54. <https://doi.org/1344/RIDAS2019.7.3>
- Stukas, A.A., Clary, E.G. y Snyder, M. (1999). Service learning: Who benefits and why. *Social Policy Report*, 13(4), 1–23. <https://doi.org/10.1002/j.2379-3988.1999.tb00039.x>
- Tojeiro-Pérez, L., Candisano-Mera, J.A. y Gillanders, C. (2023). Adquisición de competencias a través de un proyecto de aprendizaje-servicio de iniciación musical. *El aprendizaje-servicio universitario ante los retos de la agenda 2030*. UNED.

- Traver-Martí, J.A., Sales-Ciges, A. y Moliner-García, O. (2019). Negociando el currículum: Aprendizaje-Servicio en la escuela incluida. *Alteria*, 14(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.17163/alt.v14n2.2019.04>
- Tuesta-Calderón, N.D. (2021). La rúbrica como instrumento de evaluación de la competencia de indagación científica. *Revista ConCiencia EPG*, 6(1), 24-35. <https://doi.org/10.32654/CONCIENCIAEPG.6-1.2>
- Wurdinger, S.D. (2005). *Using experiential learning in the classroom: Practical ideas for all educators*. ScarecrowEducation.

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1. Esquema de la temporalización del proyecto

Tabla.

Resumen esquemático de la temporalización de las fases del proyecto en sesiones y actividades y el mes en el que se llevarán a cabo, y los objetivos específicos (OE), los contenidos (C) y las competencias específicas (CE).

Fase	Sesión	Actividad	Mes	OE	Contenidos	CE
Fase 1	Nº1	1	Octubre	OE1, OE4	C1	4, 5
Fase 2	Nº2	2	Octubre	OE4	C1	2, 6
Fase 3	Nº3	3	Noviembre	OE1, OE4	C1, C2	4, 5
	Nº4	4	Noviembre	OE1, OE4	C3, C4	1, 2, 3, 5
	Nº5	5	Diciembre	OE4, OE5	C3	2, 5
Fase 4	Nº6	6	Enero	OE2, OE3	C2, C4, C6	5
Fase 5	Nº7	7-9	Enero	OE2, OE3, OE4	C1-C7	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Nº8		Febrero			
	Nº9		Febrero			
	Nº10	Marzo				
	Nº11	10	Abril	OE4, OE5	C3	1, 2, 3, 4, 5, 6
Fase 6	Nº12	11	Abril	OE5	C1, C3	4
Fase 7	Nº13	12	Mayo	OE4	C3	4, 6

Nota: OE: Objetivos específicos; CE: Competencia específica; C: Contenidos; El color rosa indica la primera evaluación, el azul la segunda y el amarillo la tercera.

Fuente: Elaboración propia.

8.2. Anexo 2. Dossier de prácticas entregado al alumno

Práctica 1. Determinación de la densidad.

Materiales: Vaso de precipitado, balanza digital y probeta.

Procedimiento experimental: Se miden 10 mL del agua a analizar. Se vierten al vaso de precipitado situado sobre la balanza digital previamente tarada y se pesa. Se anota tanto la masa y volumen exacto.

Análisis de datos: Se utiliza la siguiente ecuación para calcular la densidad:

$$d \left(\frac{g}{L} \right) = \frac{\text{masa (g)}}{\text{volumen (L)}}$$

Práctica 2. Determinación del residuo seco.

Materiales: Matraz de vidrio, papel de filtro, embudo de filtración, placa calefactora, pinzas para crisol, crisol de porcelana, mechero de Bunsen y balanza digital.

Procedimiento experimental: Se filtran las muestras a analizar a través de un embudo con papel de filtro para separar los sólidos y los retiramos. Ponemos el crisol con el filtrado en la placa calefactora para evaporar el agua hasta que se evapore el agua completamente y queden los residuos sólidos en el crisol. Tras esto, calcinar el residuo en un mechero de Bunsen (para eliminar residuos orgánicos y quedarnos únicamente con los inorgánicos). Por último, dejaremos el crisol atemperándose a temperatura ambiente y pesar en la balanza digital.

Análisis de datos: Registrar la masa de residuo seco en gramos y comparar entre muestras.

Práctica 3. Determinación del pH.

Materiales: Vaso de precipitado, pHmetro, agua destilada, tampón de calibración pH 7 y tampón de calibración a pH 4.

Procedimiento experimental: Se enciende el pHmetro y se lava con agua destilada el electrodo. Se realiza la calibración del equipo: primero con pH 7 y después con pH 4. Se introduce el electrodo en cada una de las muestras a analizar y se anotarán los valores. Es importante lavar el electrodo con agua destilada entre muestra y muestra.

Análisis de datos: Registrar los valores de datos obtenidos.

Práctica 4. Determinación de la conductividad.

Materiales: Vaso de precipitado, conductímetro, agua destilada y líquido de calibración.

Procedimiento experimental: Se enciende el pHmetro y se lava con agua destilada el electrodo. Se realiza la calibración del equipo con el líquido de calibración. Se introduce el electrodo en cada una de las muestras a analizar y se anotarán los valores. Es importante lavar el electrodo con agua destilada entre muestra y muestra.

Análisis de datos: Registrar los valores de datos obtenidos.

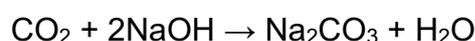
Práctica 5. Determinación de la conductividad.

Materiales: Matraz aforado, pipeta, bureta, matraz Erlenmeyer, vaso de precipitado, agitador magnético.

Reactivos: Ácido clorhídrico (HCl) al 0,1 M, fenolftaleína, hidróxido de sodio (NaOH) al 0,1 M y muestras de agua a analizar.

Procedimiento experimental: Se preparan las disoluciones de HCl al 0,1 M y de NaOH al 0,1 M. Añadir 25 mL de la muestra a un matraz Erlenmeyer y añadir unas gotas de fenolftaleína. Añadir la disolución de NaOH 0,1 M a la bureta. Decantar la solución de NaOH sobre la muestra de agua hasta que vire de incoloro a rosado y anotar el volumen de NaOH utilizado.

Análisis de datos: Partiendo de que el CO₂ interacciona con el NaOH según la siguiente ecuación:



Utilizando la estequiometría de la reacción y sabiendo el volumen y la concentración de NaOH precisado, calcula la cantidad de CO₂ de la muestra y exprésalo en mg/L.

8.3. Anexo 3. Rúbrica para la evaluación

Tabla.

Cuestionario para la evaluación del proyecto.

Niveles	1	2	3	4	Puntuación
<u>Necesidades</u>	Ignoradas	Motivadas	Identificadas	Descubiertas	
<u>Servicio</u>	Simple	Continuado	Complejo	Creativo	
<u>Sentido del servicio</u>	Tangencial	Necesario	Cívico	Transformador	
<u>Aprendizaje</u>	Espontáneo	Planificado	Útil	Innovador	
<u>Participación</u>	Cerrada	Delimitada	Compartida	Liderada	
<u>Reflexión</u>	Difusa	Puntual	Continua	Productiva	
<u>Evaluación</u>	Informal	Intuitiva	Competencial	Conjunta	
<u>Reconocimiento</u>	Casual	Intencionado	Recíproco	Público	
<u>Práctica docente</u>	Incorrecta	Adecuada	Notable	Excelente	

Nota: Rúbrica para la evaluación del proyecto de Aprendizaje-Servicio siendo 1 el menos positivo y el 4 el más positivo

Fuente: Modificado de Puig et al., 2013