



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Huerto Escolar Inteligente Basado en Arduino

Arduino-Based Smart School Garden

Autor

Diego Pardos Lavilla

Director

José Javier Soriano Pinilla

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2022

Resumen

En el año 2015 los estados miembros de la ONU, entre los que se incluye España, establecieron una agenda internacional con unos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a ser alcanzados en el año 2030. En total se obtuvieron 17 retos según el campo de acción y 169 metas. Es de vital importancia ser conscientes de que estos objetivos no se pueden alcanzar sin el trabajo y la colaboración de los docentes en las aulas. Este proyecto pretende trabajar varios de estos ODS para sensibilizar al alumnado y unir el aprendizaje con el compromiso social y medioambiental en el colegio CPI El Espartidero, ubicado en el barrio de Santa Isabel (Zaragoza). Para ello, tras analizar las necesidades del alumnado se ha planteado una propuesta de intervención basada en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Esta actividad consistirá en que los alumnos de 4º de ESO de la asignatura de Tecnología lleven a cabo el diseño y desarrollo de un sistema de riego eficiente para su huerto escolar. Dicho esto, se considera que el modelo STEAM puede ser el más idóneo para el diseño de esta intervención dado que se centra en la indagación a partir de preguntas y necesidades, el análisis de objetos y del entorno, la formulación de hipótesis y, fundamentalmente, porque el alumnado aprende haciendo. Con este proyecto se pretende que los alumnos aprendan a valorar los recursos naturales de los que disponen; incrementen su motivación y adquieran conocimientos y destrezas en el control de automatismos sencillos.

Palabras clave: Metodología ABP, modelo STEAM, huerto escolar, Arduino, innovación educativa, ODS, sostenibilidad.

Índice

1. LANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Contextualización	2
1.2.1. Datos del centro	2
1.2.2. Agentes implicados	4
1.3. Justificación de la intervención	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivos de la intervención	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.4.3. Objetivos didácticos	7
1.5. Relación de elementos curriculares	7
1.6. Temporalización y secuenciación	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Aprendizaje Basado en Proyectos	9
2.1.1. Fundamentos teóricos	9
2.1.2. Características del ABP	10
2.2. El modelo STEAM	11
2.3. Los huertos escolares	13
2.4. Casos de éxito	14
2.4.1. Huerto-Invernadero Ecológico	14
2.4.2. Reciclando cómodamente	15
2.4.3. Huerto Escolar Robotizado	15
3. DESARROLLO	16
3.1. Descripción de la práctica innovadora	16
3.1.1. Metodología	16
3.1.2. Sesiones y actividades	17
3.1.3. Agrupamientos	24
3.1.4. Resultados esperados	25
3.1.5. Coordinación y seguimiento	29
3.2. Instrumentos de evaluación	29

3.2.1. Alumnado	29
3.2.2. Práctica docente	33
3.2.3. Objetivos del proyecto	34
3.3. Presupuesto	34
4. SOSTENIBILIDAD Y TRANSFERENCIA	35
5. CONCLUSIONES	37
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
7. ANEXOS	40
7.1. Elementos curriculares	40
7.1.1. Objetivos específicos de etapa	40
7.1.2. Relación de elementos curriculares	43
7.2. Nuevos materiales y recursos	45
7.2.1. Recursos necesarios	45
7.2.2. Perfil HADA	47
7.2.3. Tarjetas	49
7.2.4. Roles dentro de un equipo	51
7.2.5. Índice del informe	52
7.3. Desarrollo de actividades	53
7.3.1. Pulsador simple	53
7.3.2. Controlando un servo	54
7.4. Rúbricas e instrumentos de evaluación	57
7.4.1. Cuestionario previo	57
7.4.2. Rúbrica de evaluación del informe	58
7.4.3. Rúbrica de coevaluación para la exposición	60
7.4.4. Rúbrica de coevaluación intragrupal	61
7.4.5. Rúbrica de evaluación del producto	62
7.4.6. Rúbrica de evaluación de la presentación	63
7.4.7. Rúbrica de observación	64
7.4.8. Cuestionario sobre la actividad	65
7.4.9. Cuestionario de autoevaluación de la intervención	66

1. PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

1.1. Introducción

A través de este proyecto se busca que el estudiantado aprenda de manera significativa y con mayor motivación los contenidos del currículum y, además de esto, trabajen elementos transversales y se fomente el uso responsable de los recursos naturales, obtengan una mirada crítica mediante el uso de métodos científicos y aprendan a formar parte en la resolución de problemas de la vida cotidiana que les puedan afectar a ellos o a la comunidad haciendo uso de la tecnología.

De acuerdo a lo que se afirma en el libro de Novo y Flor (2006), la economía clásica defiende que algo tiene valor en función de los usos que se le pueda dar y algo cuesta en función de su rareza. Sin embargo, en la mayoría de países desarrollados todavía no se le otorga su verdadera relevancia a pesar de que ya se alcanza a vislumbrar el día en que los bienes básicos alcancen precios excesivamente altos, como ya sucede en la actualidad con algunos de ellos como el petróleo, la luz y el gas.

En el año 2015 la ONU lanzó los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030, algunos de los cuales, están directamente relacionados con el consumo y aprovechamiento responsable de los recursos naturales. Con este proyecto se pretende que el alumnado trabaje los siguientes ODS:

- Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

1.2. Contextualización

1.2.1. Datos del centro

Lo primero que se debe reseñar es que en el curso escolar 2021-2022 es el cuarto año que en el CPI Espartidero se imparte la etapa de Secundaria y se añade por primera vez 4º de ESO, completando así toda la etapa. Es decir, actualmente cuenta con las etapas de Educación Infantil, Primaria y Secundaria Obligatoria al completo.

En cuanto a la situación socioeconómica y cultural en la que está enmarcado el centro, se puede decir que está localizado en el barrio de Santa Isabel, de Zaragoza. Es un barrio joven. Al centro acuden alumnos que viven en la zona. El nivel socioeconómico y cultural es medio. El barrio de Santa Isabel tiene un entorno privilegiado en cuanto a medios naturales y la distancia a Zaragoza les obliga a depender del transporte público y/o privado para poder llevar a cabo las diferentes actividades complementarias y extraescolares.

Extraídos los datos poblacionales más relevantes del padrón municipal del Ayuntamiento de Zaragoza (2016) la población del distrito de Santa Isabel es de 13.412 habitantes, lo que supone el 1,91% del total de Zaragoza. Presenta una pirámide más joven que la de Zaragoza, con más peso de la población infantil y menor de las personas de más edad. Destaca la mayor cantidad de población de 0 a 19 y de 35 a 50 años y menor de 20 a 34 años y personas mayores. Finalmente, la población extranjera (el 5,4% del total de la ciudad) está menos representada que la media de la ciudad, 8,8 puntos por debajo.

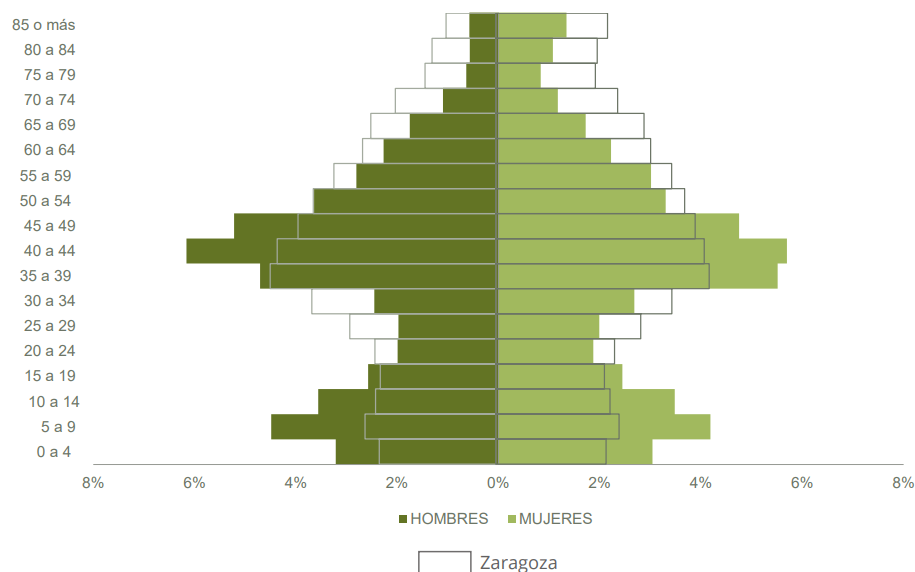


Ilustración 1. Distribución de la población por género y rangos de edad. Ayuntamiento de Zaragoza (2016).

En referencia al centro escolar, nos encontramos con un Centro Público Integrado de tamaño importante. Hay dos características diferenciadoras de este centro con respecto a otros, y son:

- Por un lado, es un Centro de Atención Educativa Preferente para alumnos con Discapacidad Motora, especialización que tan solo disponen en la provincia de Zaragoza 10 Centros de Educación Primaria e Infantil y 5 Institutos de Educación Secundaria.
- Por otro lado es un Centro Público Integrado por lo que en él conviven alumnos de todas las edades, desde Infantil a 4º ESO, con todas las ventajas e inconvenientes que esto supone. Esta circunstancia les obliga a convivir con tres señales acústicas diferentes y con la necesidad de compartir todos los espacios. Al respecto ya se han detectado necesidades acuciantes para el curso próximo.

En la provincia de Zaragoza hay un total de 16 centros integrados, siendo el Espartidero el único que presenta las dos características diferenciadoras señaladas de acuerdo a los datos proporcionados por el Ayuntamiento de Zaragoza (2022).

El centro cuenta con alrededor de 820 alumnos en total, repartidos entre 6 clases de educación infantil, 2 grupos de 1º de primaria, 3 de 2º, 2 de 3º, 3 de

4º, 3 de 5º, 4 de 6º, 4 de 1º de ESO, un grupo PAI, 4 grupos de 2º de ESO, un grupo de 1º PMAR, 4 grupos de 3º de ESO, un grupo de 2º PMAR y 4 grupos de 4º de ESO.

El claustro de Secundaria está formado por 40 profesores, una de las profesoras ejerce el cargo de Jefa de Estudios.

1.2.2. Agentes implicados

Como la gran mayoría de ABPs desarrollados, esta actividad se caracteriza además por su interdisciplinariedad dado que involucra las materias de Matemáticas y Tecnología, a parte de trabajar los ODS nombrados anteriormente.

Esta intervención comenzará en la segunda mitad del segundo trimestre dado que los bloques donde se desarrolla se encuentran al final en las 3 materias. El profesorado implicado, por tanto, estará formado por los docentes de cada materia quienes realizarán las actividades correspondientes y además actuarán como observadores durante el transcurso de estas.

Todo esto servirá de base para comenzar con el diseño y desarrollo de un sistema de riego que optimice su funcionamiento y se logre aprovechar el agua y la energía de manera más sostenible.

También aprovecharán la materia de Matemáticas para calcular y llevar un seguimiento del consumo de energía y agua antes y después de la ejecución del proyecto. Esto les ayudará a ver directamente cómo su solución resuelve el problema y qué mejoras podrían aplicarse.

El grupo de alumnos implicado en este proyecto es el de 4º de ESO formado por 20 estudiantes. Cabe destacar que se trata de un grupo muy cohesionado, se conocen desde Educación Infantil y desde hace 4 años son los más mayores del colegio.

También se ha de contar para este proyecto con el responsable de la comisión de huerto, que se trata de otro profesor de Tecnología del centro, y es quien actualmente se encarga del cuidado y mantenimiento del huerto escolar.

1.3. Justificación de la intervención

El centro donde se va a desarrollar este proyecto se encuentra en un barrio rural donde un considerable porcentaje de su población pertenece al sector agrícola por lo que los alumnos están en continuo contacto con este tipo de actividades. En base a esto, se considera de gran interés que aprendan a valorar los recursos del entorno que les rodea y a analizar con una mirada crítica el correcto uso de la tecnología en este campo.

Además de todo esto, con este proyecto se busca aumentar la motivación del alumnado en relación a la asignatura de Tecnología. Para ello se ha diseñado una actividad a través de la cual se sientan protagonistas en la búsqueda de una solución a una situación real de su centro o que puede darse en su comunidad. También se busca incrementar su motivación a través de actividades al aire libre, trabajando y aprendiendo dentro del propio huerto escolar. Para comprobar que esto es así se realizará un pre-test que sirva para conocer su opinión acerca de actividades similares que hayan realizado y su motivación entre otros aspectos (Ver Anexo 7.4.1).

Por otro lado, se pretende que el alumnado, el cual se encuentra en el último curso de Educación Secundaria Obligatoria, aplique y lleve a la práctica los conocimientos teóricos adquiridos en etapas anteriores, y así lograr que sean conscientes de la utilidad de los contenidos que han ido aprendiendo a lo largo de su formación académica.

Por último, en base a todo lo anterior y relacionándolo con los objetivos ODS, las metas de la Agenda 2030 que se desean trabajar son las siguientes:

- Meta 4.7 (Educación de Calidad): asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible.
- Meta 11.6 (Ciudades y Comunidades Sostenibles): reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades.

- Meta 12.2 (Producción y Consumo responsables): lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivos de la intervención

El principal objetivo de esta intervención es lograr que los alumnos se sientan más motivados durante su proceso de aprendizaje. Además de esto, los objetivos que se desean alcanzar a través del desarrollo de esta intervención son los siguientes:

- **Obj.Int.1.** Incrementar la motivación del estudiantado y salir de la monotonía de metodologías habituales sustituyéndolas por el Aprendizaje Basado en Proyectos.
- **Obj.Int.2.** Lograr que los estudiantes alcancen un aprendizaje realmente significativo enfocando hacia ellos el protagonismo de la enseñanza y el aprendizaje a través de metodologías activas.
- **Obj.Int.3.** Fomentar el pensamiento crítico sobre las consecuencias de la evolución y el uso de la tecnología sobre el medio ambiente.
- **Obj.Int.4.** Desarrollar su creatividad a través de un proyecto con solución abierta.
- **Obj.Int.5.** Potenciar el trabajo colaborativo donde los alumnos tengan que poner en práctica sus habilidades sociales y comunicativas.

1.4.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de etapa correspondientes a esta materia se encuentran recogidos en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, y pueden ser consultados en el Anexo 7.2. de este documento.

1.4.3. Objetivos didácticos

Los objetivos didácticos que se pretenden alcanzar mediante esta intervención están estrechamente relacionados con la sostenibilidad, los objetivos curriculares de la materia de Tecnología y el modelo STEAM:

- **Obj.ABP.1.** Investigar sobre diferentes formas de aplicar la tecnología para solucionar problemas relacionados con la sostenibilidad.
- **Obj.ABP.2.** Diseñar sistemas de control integrados en sistemas mecánicos que den solución a un problema medioambiental.
- **Obj.ABP.3.** Montar prototipos basados en automatismos sencillos.
- **Obj.ABP.4.** Expresarse de forma adecuada, tanto oral como escrita, utilizando vocabulario técnico correcto.
- **Obj.ABP.5.** Colaborar en un entorno de trabajo con el resto de integrantes de un grupo con el objetivo de alcanzar una meta común.
- **Obj.ABP.6.** Reflexionar y adquirir un pensamiento crítico sobre la evolución de la tecnología y su impacto medioambiental.

1.5. Relación de elementos curriculares

La orden ECD/489/2016 también establece los contenidos curriculares y la relación entre criterios de evaluación, competencias clave y estándares de aprendizaje evaluables. En las tablas del Anexo 7.1.2 en los Anexos se pueden ver los referenciados al bloque 4 y bloque 6, sobre los que principalmente está desarrollada esta actividad.

1.6. Temporalización y secuenciación

La ejecución de este proyecto tendrá lugar en la segunda mitad de la segunda evaluación y comprenderá el bloque 4 (Control y robótica) y parte del bloque 6 (Tecnología y Sociedad). Se ha buscado este período con el objetivo de que el alumnado pueda realizar parte de su proceso de aprendizaje al aire libre, entre marzo y abril, cuando las condiciones meteorológicas sean más favorables. La temporalización se puede ver en la Tabla 1.

Control y robótica
ABP.1. Introducción al ABP
ABP.2. Formación de grupos y análisis de campo
ABP.3. Búsqueda de soluciones
ABP.4. Planteamiento de una solución
ABP.5. Prediseño electrónico
ABP.6. Diseño electrónico
ABP.7. Introducción a la programación
ABP.8. Introducción al software de programación
ABP.9. Montaje del prototipo
ABP.10. Programación del algoritmo
ABP.11. Finalización del sistema de control
ABP.12. Montaje final
ABP.13. Pruebas de campo
ABP.14. Exposición y coevaluación

Tabla 1. Temporalización del ABP.

2. MARCO TEÓRICO

A lo largo de este apartado se justifica, mediante un razonamiento teórico la metodología escogida para esta intervención, la cual, tal y como se ha mencionado anteriormente, se fundamenta en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) o *Project Based Learning* (PBL) en inglés.

2.1. Aprendizaje Basado en Proyectos

2.1.1. Fundamentos teóricos

El ABP es una de las metodologías de enseñanza basadas en el aprendiz. Esto quiere decir que el docente o la docente proporciona al estudiantado la oportunidad de aprender de forma autónoma, y entre pares, y potencia las habilidades que necesitan para hacerlo con eficacia teniendo en cuenta las características individuales de los y las estudiantes para organizar el contenido, las actividades, los materiales y el ritmo de aprendizaje (Falcó, 2021).

Su origen proviene de las teorías constructivistas del siglo XX y su fundador es Jean Piaget (1896-1980). Según Saldarriaga-Zambrano (2016) “el constructivismo concibe el conocimiento como una construcción propia del sujeto que se va produciendo día con día resultado de la interacción de los factores cognitivos y sociales, este proceso se realiza de manera permanente y en cualquier entorno en los que el sujeto interactúa”.

La educación fundamentada en el constructivismo supone que el estudiante aprende a partir de la propia experimentación viendo los errores como una vía para el aprendizaje. (Santillán, 2006).

A partir de estas teorías se han ido desarrollando diferentes estrategias metodológicas siendo el ABP una de las más importantes. Su invención es atribuida principalmente a Kilpatrick (1871-1965) quien creó un proceso de

formación llamado “Método de Proyectos” y que sentó las bases de la metodología utilizada hoy en día (Pérez, A. et al., 2021).

Por otro lado, este autor consideraba que el aprendizaje basado en una motivación intrínseca era de mayor valor que basado en una motivación extrínseca. Es el mismo alumno quien decide qué aprender en lugar de hacerlo por obligación, es decir, la forma de impartir la enseñanza tiene que despertar un aprendizaje divertido y, por tanto, potenciar su interés (Pérez, A. et al., 2021). Así pues, a través de esta metodología se busca alcanzar el objetivo número uno de este proyecto que es el incremento de la motivación del estudiantado.

García-Valcárcel y Basilotta (2017) afirman que el Aprendizaje Basado en Proyectos puede definirse como un método de enseñanza basado en tareas pactadas a través de un proceso compartido de negociación entre los participantes, cuyo objetivo principal es la obtención de una solución o producto final.

Pero no es el producto final lo más importante de este método sino el proceso por el cual los alumnos se responsabilizan de su propio aprendizaje, descubren sus preferencias y estrategias en el proceso. También se fomenta la indagación de los estudiantes a partir de interrogantes que se consideran útiles e importantes. Durante el desarrollo de un proyecto, los estudiantes exploran y descubren intereses, formulan preguntas y organizan su trabajo, buscan información en diversas fuentes, ponen en común sus concepciones y las comparan con nueva información, las enriquecen o transforman, comunican resultados y exponen propuestas (García-Valcárcel y Basilotta, 2017).

2.1.2. Características del ABP

De acuerdo con las publicaciones de Larmer y Mergendoller (2010), no se trata de proyectos donde los alumnos se limitan a aplicar lo que han aprendido, sino que se trata de un proceso durante el cual los estudiantes aprenden los contenidos y destrezas con la consecución del proyecto.

Según Spiteri (2010) unas de las principales características de un ABP de la siguiente manera:

- Pretende enseñar contenidos significativos. Los objetivos del aprendizaje de los estudiantes se derivan explícitamente de los conceptos clave en el corazón de las disciplinas académicas.
- Promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración y diferentes formas de comunicación. Para responder a la pregunta guía y realizar un trabajo de calidad el estudiante necesita mucho más que recordar información. Necesitan hacer uso de habilidades de pensamiento de alto nivel, escuchar a otros y expresarse en diferentes formas.
- Está organizado alrededor de una pregunta guía abierta relacionada con un problema real y cercano. Esto centra el trabajo de los estudiantes y profundiza su aprendizaje a través de retos, debates o problemas.
- Otorga cierto grado de autonomía y capacidad de elección al alumnado. Los estudiantes aprenden a trabajar independientemente y tomar responsabilidades cuando se les pide tomar decisiones sobre cómo trabajar y qué crear.
- Incluye un proceso de revisión y reflexión. El estudiantado aprende a dar y recibir retroalimentación para mejorar la calidad de su producto y se les pregunta sobre lo que han aprendido y cómo lo han aprendido.
- Involucra a una audiencia. Esto significa que el alumnado presenta su trabajo a un público, ya sean sus compañeros o su docente como también a compañeros de otras etapas o miembros de la comunidad educativa.

2.2. El modelo STEAM

La educación basada en STEAM es un acrónimo proveniente del inglés que comprende los nombres Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). Las

iniciativas que hacen uso de este modelo buscan crear una sinergia entre las cinco materias para obtener un enfoque multidisciplinar, centrado en la resolución de situaciones del mundo real con ayuda de la tecnología.

Según E. Sánchez (2019), cada una de las materias ofrecen una aportación de diferentes maneras:

- “Las ciencias proporcionan un método para observar e interpretar el medio natural.
- La tecnología y la ingeniería brindan herramientas y técnicas que permiten afrontar la construcción de objetos que resuelven problemas.
- Las matemáticas aportan un modo de expresión y de representación, un conjunto de nociones y destrezas que permiten interpretar el entorno, ofrecen estrategias para resolver problemas y fomentan el pensamiento lógico y crítico.”

La última materia, las habilidades artísticas, se ha añadido en los últimos años con el objetivo de reforzar aspectos como la innovación y el diseño, el desarrollo de la curiosidad, la creatividad y la búsqueda de soluciones diversas a un problema específico. La integración de las artes puede entenderse desde diferentes perspectivas siendo una de ellas el movimiento maker. Este movimiento cobra cada día más fuerza debido al abaratamiento de impresoras 3D y a la popularización de microcontroladores (Arduino y Raspberry PI entre los más populares) puesto que permiten la fabricación de objetos customizados y prototipos a bajo coste. Los makers al igual que los artistas “necesitan crear”, entregados en un proceso de exploración continua de lo “que pueden hacer y pueden aprender a hacer” ambos motivados por objetivos internos, y ajenos a recompensas extrínsecas (Cilleruelo y Zubiaga, 2014).

El autor E. Sánchez (2019), resume las competencias adquiridas por el alumnado a través del enfoque STEAM mediante la Ilustración 2.

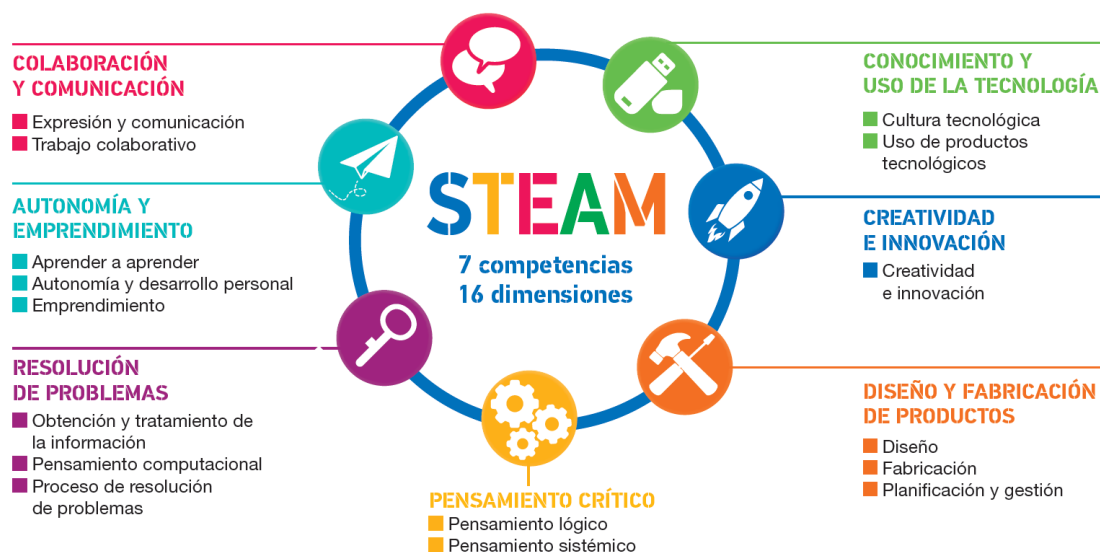


Ilustración 2. Competencias y dimensiones STEAM que se pueden desarrollar y trabajar en el aula (Sánchez, 2019).

2.3. Los huertos escolares

Basándonos en los objetivos y metas marcadas en la Agenda 2030, el actual sistema agroalimentario y sus consecuencias socioambientales son de los principales retos a afrontar desde las ciudades y la educación para poder alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En relación a esto último, los huertos escolares pueden servir como herramienta que ayude a incorporar una perspectiva agroecológica y ecosocial de forma directa, a la vez que ofrecen una profunda labor pedagógica a todos los niveles. La utilización de los huertos escolares como recurso didáctico se lleva realizando desde hace décadas en el mundo entero y goza de una creciente popularidad. Actualmente existen más de 4.000 centros educativos con proyecto de huerto escolar por todo el territorio español (Torres y Bailón, 2020).

Eugenio-Gozalbo y Aragón (2016) recogen en su artículo de investigación las fortalezas más relevantes del huerto escolar como recurso didáctico:

- *“Los huertos constituyen laboratorios vivos en los que observar y experimentar sobre sus componentes y procesos, por lo que complementan a nivel práctico los contenidos teóricos de las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza y Educación Ambiental, permitiendo además la colaboración con otras materias como Biología, Química, Matemáticas o Tecnología.*
- *Fomentan la implementación de metodologías activas y experienciales, conectando con los conocimientos y destrezas que el alumno tiene y fomentando una enseñanza en relación a contextos del mundo real.*
- *Se potencia el aprendizaje por indagación, al permitir poner en práctica habilidades y trabajar procedimientos relacionados con el método científico. Esto convierte al huerto escolar en un elemento ideal para el uso de metodologías activas que incluyan en alguna de sus fases este tipo de aprendizaje, tal y como ocurre en el Aprendizaje Basado en Proyectos.*
- *Tiene beneficios sobre la salud mental y emocional, y contribuye al desarrollo de una comunidad escolar más creativa, activa físicamente, pacífica y eficaz en el trabajo colaborativo.”*

2.4. Casos de éxito

2.4.1. Huerto-Invernadero Ecológico

Este proyecto fue desarrollado en el instituto IES Antoni Ballester (Tarragona) en 2015. El objetivo era la creación de una zona de trabajo que ayudase a desarrollar de forma cooperativa actividades de reciclaje, sostenibilidad y emprendimiento. Los alumnos de diversidad de 4º de ESO construyeron un huerto-invernadero a través de materiales reciclados y trabajo por proyectos. Cabe destacar que no solo colaboró gran parte del alumnado del instituto sino también con otros centros educativos el CEIP Joan Miró y el INS Madre Déu de la Caldera quienes aportaron materiales reciclados e ideas durante la consecución del proyecto. Además se cultivaron hortalizas que se

regalaron a la gente más necesitada del municipio a través de Cruz Roja y Cáritas.

2.4.2. Reciclando cómodamente

Blas y Jaén (2018) exponen su experiencia en el proyecto ABP llevado a cabo en un centro de Secundaria de la Comunidad de Madrid durante el curso 2017-2018. Los alumnos de 3º de ESO realizaron un proyecto a través del cual tuvieron que resolver problemas tecnológicos, diseñar e imprimir en 3D, programar sistemas electrónicos y llevar a cabo intercambios de ideas y divulgación de resultados. El proyecto en sí consistió en el desarrollo de unas papeleras automáticas las cuales abrirían sus tapaderas de modo automático en cuanto detectasen movimiento cerca de sus sensores. Además de ello, una vez abierta la tapadera, la propia papeleras informará del tipo de residuo que debe introducirse en la misma.

Según Blas y Jaén (2018) “se ha podido determinar en términos de objetivos docentes, que el proyecto ha permitido alcanzar un nivel de aprendizaje claramente mayor que el aprendizaje basado en clases magistrales y prácticas de laboratorio clásicas, dotando al alumnado de competencias prácticas reales en las unidades implicadas en el proyecto frente a resultados menos prácticos obtenidos en las unidades de contenidos no incluidas en el mismo”.

2.4.3. Huerto Escolar Robotizado

Este proyecto fue desarrollado en el Colegio Salesianos de Cartagena en el año 2018. Se trata de un proyecto a través del cual los alumnos de Secundaria realizaron diferentes actividades como diseño e impresión 3D de carteles con TinkerCad, realidad aumentada con Aurasma y control matemático con Arduino.

3. DESARROLLO

3.1. Descripción de la práctica innovadora

3.1.1. Metodología

El proyecto se desarrolla a lo largo de 5 etapas o metas volante centradas en la Metodología Basada en Proyectos.

Meta 1. Planificación y organización del trabajo.

Se introduce el proyecto en el que van a trabajar a través de un vídeo y un debate que les haga reflexionar sobre lo que han visto. Después se presenta la pregunta guía:

“Yo como ingeniero, ¿cómo podría reducir el consumo de agua del huerto de mi colegio?”

A continuación se exponen los objetivos a alcanzar, los resultados esperados, y se procede con la formación de grupos. Durante este proceso los alumnos asignan tiempos de trabajo, planificación y responsabilidades dentro del grupo.

Meta 2. Investigación y propuesta de una solución.

Se comenzará con un análisis del problema sobre el terreno y una posterior búsqueda de soluciones y casos similares. El docente hace de guía durante el proceso de búsqueda de información. Ofrecerá los recursos y herramientas de búsqueda de información.

Meta 3. Diseño del producto.

Partiendo de los conocimientos adquiridos en etapas anteriores y durante el curso en el que se encuentran, los alumnos realizarán un prediseño y un diseño de la solución propuesta tanto de la parte eléctrica como de la programación.

Meta 4. Desarrollo del producto.

Una vez hecho el diseño, comenzarán con la construcción del prototipo. Esto incluirá trabajos manuales para su montaje y cableado y labores de programación del sistema.

Meta 5. Presentación del proyecto y coevaluación.

El alumnado realiza una exposición de la solución obtenida y se lleva a cabo la autoevaluación y coevaluación.

Una de las ventajas de usar esta estrategia es que está centrada en el alumnado, que aprende haciendo y es protagonista de su propio aprendizaje. Es el propio alumno quien genera el contenido y se autogestiona para alcanzar los objetivos deseados. Además la problemática está relacionada directamente con la realidad que les rodea, lo que hace aumentar su implicación durante el proceso.

También está centrada en el trabajo en equipo debido a la complejidad del problema, es decir, los alumnos necesitan colaborar entre ellos para alcanzar las metas propuestas. Además, estas metas consisten en el desarrollo de un producto tangible, acercando el conocimiento al alumno y promoviendo la experimentación y el error como oportunidad de aprendizaje.

A todo esto se suma la oportunidad de exponer su producto al resto de compañeros, un factor motivante para los alumnos dado que querrán mostrar lo mejor de sí mismos. Esto también les permite tener un feedback inmediato y les permitirá autoevaluarse y reflexionar sobre su propio aprendizaje.

3.1.2. Sesiones y actividades

En base a las metas volante enumeradas en el Apartado 3.1.1 se van a desarrollar las diferentes sesiones y actividades del proyecto. En la Tabla 2 se puede ver el resumen de las sesiones.

Actividad				Metodología		
Qué voy a hacer	Temp. (min)	Foco		Cómo se va a hacer	Para qué	Instrumentos de evaluación
		Pr	Al			
ABP.1.1. Introducción a la actividad	50	x		Exposición de la problemática con presentación y vídeo. Presentación de objetivos, calendario y criterios de evaluación.	Obj.ABP.6.	Rúbrica de observación
ABP.2.1. Formación de grupos	25		x	El alumnado asigna las responsabilidades de cada miembro.	Obj.ABP.5.	Rúbrica de observación
ABP.2.2. Investigación de campo	25		x	El alumnado visita el huerto y analiza la problemática.	Obj.ABP.1.	Rúbrica del informe
ABP.3.1. Estado del arte	50		x	El alumnado indaga sobre las soluciones que existen en la actualidad.	Obj.ABP.1.	Rúbrica del informe
ABP.4.1. Propuesta de producto	30		x	El alumnado realiza un prediseño y planifica los recursos de los que va a disponer.	Obj.ABP.2.	Rúbrica del informe
ABP.5.1. Prediseño electrónico	50		x	El alumnado investiga qué elementos eléctricos y de control necesita y realiza un prediseño.	Obj.ABP.1.	Rúbrica de observación
ABP.6.1. Diseño electrónico y eléctrico	50		x	El alumno realiza el esquema eléctrico del prototipo	Obj.ABP.2.	Rúbrica del informe
ABP.7.1. Introducción a la programación	20	x		Explicación sobre cómo abordar un programa por primera vez. Diseño de diagramas de flujo.	Obj.ABP.2.	Rúbrica de observación
ABP.7.2. Diseño del algoritmo de control	30		x	El alumnado diseña el diagrama de flujo.	Obj.ABP.2.	Rúbrica del informe
ABP.8.1. Introducción al software de programación.	20	x		El docente comparte su pantalla para mostrar cómo funciona el software de programación.	Obj.ABP.2.	Rúbrica de observación
ABP.8.2. Actividades de programación	30		x	El alumnado realizará una serie de actividades que le permitan adquirir conocimientos básicos de programación.	Obj.ABP.2.	Rúbrica de observación
ABP.9.1. Explicación de las herramientas y materiales	10	x		El docente explicará al grupo las herramientas y materiales de los que disponen y su correcto uso.	Obj.ABP.3.	Rúbrica de observación

ABP.9.2. Montaje eléctrico del prototipo	40		x	Cada grupo comenzará con el cableado de cada elemento del prototipo.	Obj.ABP.3.	Observación y rúbrica del informe
ABP.10.1. Programación del sistema de control	50		x	Cada grupo realizará la programación de sus algoritmos.	Obj.ABP.2.	Rúbrica de observación
ABP.11.1.Finalización del sistema de control.	50		x	Cada grupo finalizará la programación de sus algoritmos.	Obj.ABP.2.	Observación y rúbrica del informe
ABP.12.1. Montaje final	50		x	El grupo montará y cableará todo el sistema de forma definitiva y hará las pruebas de funcionamiento finales.	Obj.ABP.3.	Rúbrica de observación
ABP.13.2. Pruebas de campo	50		x	El grupo alumno probará y finalizará las labores de montaje y programación.	Obj.ABP.3.	Observación y rúbrica del informe
ABP.14.1. Exposición del producto obtenido.	30		x	Cada grupo expondrá al resto de la clase los resultados obtenidos, su proceso de diseño y desarrollo, problemas encontrados y futuras mejoras.	Obj.ABP.4.	Observación y rúbrica de la presentación
ABP.14.2. Coevaluación	5		x	Cada grupo evaluará el trabajo del resto de sus compañeros	Obj.ABP.5.	Rúbrica de coevaluación
ABP.14.3. Autoevaluación y discusión	15	x	x	El alumnado reflexionará sobre todo el proceso, la actividad, los resultados y su aportación.	Obj.ABP.6.	Observación y rúbrica de autoevaluación

Tabla 2. Resumen de sesiones y actividades de la intervención.

Sesión 1. Introducción al ABP.

Al comienzo de la sesión se entregará un cuestionario que servirá para conocer su nivel de satisfacción con la asignatura entre otros aspectos (Ver Anexo 7.4.1).

Se iniciará con la exposición de un vídeo de 5 minutos en el proyector de la clase que trata sobre las causas y las consecuencias de la escasez de agua (Anexo 7.2.1). Con esto se busca introducir la temática del ABP y concienciar a los alumnos sobre la importancia del uso responsable del agua.

Al finalizar el vídeo se reflexionará sobre lo que se ha visto y se debatirá durante 10 minutos sobre cómo podemos contribuir a su conservación de forma personal en casa y en el colegio. Después se planteará la pregunta guía:

“Yo como ingeniero, ¿cómo podría reducir el consumo de agua del huerto de mi colegio?”

A continuación, se detallarán las metas volante y cómo va a ser evaluada la actividad. También el docente mostrará el índice del informe que tendrán que entregar al final de la actividad (Anexo 7.2.5).

Para finalizar, durante los últimos 15 minutos el docente les hablará sobre los automatismos y sus aplicaciones con apoyo del temario Tecno 1218.

Sesión 2. Formación de grupos e investigación de campo.

Durante la segunda sesión se procederá a repartir las hojas de cuestionarios del análisis HADA y se formarán los grupos tal y como se explica en el Apartado 3.1.3, cada equipo asignará los roles y elaborarán un documento donde escriban los roles de cada miembro del equipo y las tareas de las que se va a responsabilizar.

Además, a parte de la asignación de roles elaborarán otro documento en el que dejarán reflejada la planificación en función de las metas volante, los objetivos y el índice del informe final. Ambos serán subidos al Classroom para la posterior evaluación del docente. Una vez realizado esto se dará por alcanzada la meta volante 1.

Una vez asignados los equipos de trabajo y los roles, el docente llevará al alumnado al huerto escolar para que puedan conocer la situación actual del huerto, ver qué elementos de control lo componen y analizar la problemática.

Sesión 3. Búsqueda de soluciones.

Los alumnos y las alumnas empezarán con una primera búsqueda del estado del arte sobre soluciones para automatizar un jardín o un huerto y reducir el consumo de agua.

Generarán un informe con las webs que han tomado como referencia y las diferentes soluciones aportadas. El informe será subido al Classroom para que el docente lo pueda evaluar y ofrecer retroalimentación.

Sesión 4. Propuesta de producto.

El alumnado buscará dar con una solución propia al problema expuesto. Planteará un primer boceto sobre los elementos de control que va a utilizar y los elementos auxiliares que compondrán el sistema (alimentación eléctrica, cableado, etc.), y también un primer planteamiento sobre cómo va a ser el control. Ambos prediseños serán subidos en un documento al Classroom junto con las soluciones encontradas en la búsqueda de la sesión anterior. En este punto el alumnado habrá alcanzado la meta volante 2.

Durante toda la sesión el profesor les irá guiando y ofreciendo retroalimentación sobre la solución propuesta.

Sesión 5. Prediseño eléctrico.

El alumnado realizará un listado sobre los componentes necesarios e investigará sobre sus requisitos y características. Además planteará un diseño eléctrico a mano donde se vean los aspectos fundamentales de cada componente.

El docente irá pasando por los grupos y aclarará las dudas que le plantee el alumnado.

Sesión 6. Diseño eléctrico.

Cada grupo comenzará con el diseño eléctrico y electrónico, podrán utilizar software de diseño como Crocodile Clips o Fritzing. Subirán este diseño a la plataforma del Classroom para que el docente pueda evaluarla y ofrecer la ayuda correspondiente.

Sesión 7. Diseño del algoritmo de control.

Dado que es posible que sea la primera vez que se enfrentan a la creación de un algoritmo de control, durante los 20 primeros minutos el docente dará las nociones básicas sobre programación. Primero de todo, se les

explicará cómo realizar un diagrama de flujo del control que quieren llevar a cabo.

En la segunda parte de la sesión serán ellos quienes comiencen a diseñar su algoritmo y lo subirán al Classroom para que el docente pueda ofrecer su retroalimentación. Con el diseño eléctrico del automatismo y el diseño del algoritmo habrán alcanzado la meta volante 3.

Sesión 8. Introducción al software.

Para esta actividad se propondrá el software de mBlock basado en Scratch 2.0. Al ser la primera vez que lo utilizan el docente compartirá su pantalla para enseñarles cómo descargarlo, instalarlo y manejarse por la interfaz.

Después el docente preparará unas actividades breves para que practiquen en clase y aprendan las funciones básicas del software (Ver actividades propuestas en el Anexo 7.3).

Sesión 9. Montaje del prototipo.

En la primera parte de la sesión el docente mostrará dónde están las herramientas y materiales de los que dispondrá cada grupo y se recordará o explicará cómo usarlos de forma correcta. También explicará para qué sirve y cómo funciona un Arduino.

Durante la segunda fase el alumnado comenzará con el primer montaje eléctrico de su prototipo. Utilizará elementos de prototipado como cables Dupont y protoboards.

Sesión 10. Programación del sistema de control.

Una vez realizado el montaje podrán comenzar con el desarrollo del software y las pruebas necesarias para comprobar su correcto funcionamiento.

El docente se encargará de resolver cualquier duda y guiar al alumnado a lo largo de toda la sesión. El programa creado será subido al Classroom por los alumnos para que el docente pueda ofrecer retroalimentación.

Sesión 11. Pruebas de funcionamiento del prototipo.

Se dejará una sesión más para finalizar el software y realizar las correcciones necesarias ante cualquier inconveniente que haya podido surgir durante las pruebas.

El docente supervisará el trabajo realizado hasta el momento y reconducirá o ayudará al alumnado que lo necesite.

Sesión 12. Montaje definitivo.

Cada grupo llevará a cabo el montaje de los componentes y su respectivo cableado en una caja de conexiones lista para ser instalada en un lugar específico del huerto.

El docente ofrecerá orientación durante el montaje para que el cableado esté fijado correctamente, todos los componentes se encuentren dispuestos de manera correcta en el interior de la caja y queden bien protegidos.

Sesión 13. Instalación y pruebas finales.

Los alumnos, acompañados por el docente, instalarán sus cajas eléctricas y realizarán el montaje final en el huerto escolar. Después pasarán a realizar las pruebas pertinentes para comprobar el correcto funcionamiento de su sistema. Con la finalización de esta sesión el alumnado alcanzará la meta volante 4. El alumnado subirá al Classroom un informe que englobe los entregables realizados en las sesiones anteriores para que el docente proceda con la evaluación y calificación.

Sesión 14. Exposición.

Esta última sesión se dividirá en tres fases, durante la primera de ellas cada grupo expondrá al resto de la clase su proyecto, hablarán sobre todo el proceso de diseño y desarrollo, desde su investigación pasando por la solución inicial, las modificaciones que han ido realizando, inconvenientes encontrados y cómo los han solucionado, futuras mejoras y finalmente las conclusiones obtenidas. Cada exposición deberá tener una duración entre 6 y 8 minutos y la presentación deberá ser subida al Classroom.

Al finalizar cada exposición el resto de alumnos coevaluarán el trabajo y la presentación de sus compañeros a través de una rúbrica (Anexo 7.4.5. y Anexo 7.3.1 respectivamente). Con esto se habrá alcanzado la quinta y última meta volante.

Durante los últimos 15 minutos se reflexionará sobre lo aprendido, si ha resultado realmente útil e interesante y cómo se podría mejorar la actividad. El docente les hará rellenar una encuesta de evaluación de la intervención (Anexo 7.4.8).

3.1.3. Agrupamientos

Se formarán 5 grupos de 4 alumnos cada uno. Se buscará la heterogeneidad intragrupal y la homogeneidad intergrupala. Para ello se utilizará el análisis de perfil HADA, método que busca definir los perfiles personales de los miembros de un equipo e identificar sus fortalezas.

A través de un cuestionario (ver Anexo 7.2.2), el alumnado obtiene una puntuación en 4 tipos de personalidad para trabajos en equipo. Los puntos se repartirán entre los 4 perfiles HADA:

- Gestor: es quien suele llevar la iniciativa en las decisiones grupales, toma responsabilidades y está orientado a alcanzar los objetivos y resultados de la mejor forma y brevedad posible..
- Colaborador: les gusta trabajar en equipo y cooperar con otras personas. Tienden a buscar el equilibrio y buen clima dentro del grupo y evitan los conflictos a toda costa.
- Desarrollador: son quienes tienden a proponer nuevas ideas, optimistas e inquietos. Necesitan realizar tareas variadas que les estimulen continuamente. También les gusta que haya diversidad dentro del grupo.
- Analista: son meticulosos y organizados, necesitan tener todo bajo control. Son exigentes con ellos mismos y con los demás. Son trabajadores y analíticos.

Después tendrán que trasladarlos a una plantilla donde obtendrán un polígono en función de los resultados obtenidos (Ver Anexo 7.2.2). Una vez

hecho esto se les repartirán unas tarjetas con el perfil donde hayan sacado mayor puntuación y deberán formar grupos con miembros de diferentes personalidades.

Cuando estén los grupos formados procederán con la asignación de funciones. Será importante remarcar que deberán cumplir con el rol o roles que elijan a lo largo de toda la actividad. En el anexo xxxxx se puede ver las funciones más habituales dentro de un grupo de trabajo.

Con esta actividad se busca que los alumnos adquieran responsabilidades dentro de grupos de trabajo a la vez que les sirve para conocerse a sí mismos y reforzar su autoestima, factores de gran relevancia para su etapa madurativa.

Es improbable que salgan perfiles de los cuatro tipos de forma equilibrada, así que el docente pondrá las condiciones para formar los grupos según los resultados siempre intentando cumplir con la heterogeneidad intragrupal. Por ejemplo, pidiendo que al menos haya 3 tipos de rol en cada grupo.

3.1.4. Resultados esperados

A través de esta intervención se espera cumplir con los objetivos planteados en el Apartado 1.4.1. Para ello se realizarán los cuestionarios previos y finales de la actividad, y se tendrán en cuenta diferentes ítems de cada rúbrica. Se hará el promedio de los resultados obtenidos de todos los alumnos para cada ítem.

Objetivo 1. Incremento de la motivación.

La forma de medir el incremento en la motivación del alumnado se llevará a cabo a través de la comparación entre las preguntas 1 a 7 del cuestionario previo a la actividad y las preguntas 1 a 7 del cuestionario final sobre la actividad.

También se utilizarán como indicadores los ítems de la rúbrica de coevaluación intragrupal, autoevaluación y observación relacionados con la

actitud y motivación del alumnado durante la actividad. Se dará el mismo peso a cada ítem y se hará la media de la puntuación obtenida.

Se considerará que la intervención ha sido exitosa si la media de la puntuación del cuestionario final es superior al del cuestionario previo en al menos un punto y la media de la puntuación de todos los indicadores es igual o superior a 2.

Objetivo 2. Mejora del aprendizaje.

Para saber si el alumnado ha adquirido un aprendizaje significativo y ha mejorado sus resultados gracias a este proyecto se utilizarán las rúbricas de evaluación del informe, de coevaluación de la exposición, coevaluación intragrupal, de evaluación del producto, de la presentación y de observación.

Se considerará que la intervención ha sido exitosa si los resultados de dichas rúbricas han sido superiores respecto a los obtenidos durante el resto del curso en al menos 4 de las 5 rúbricas.

Objetivo 3. Mayor implicación con el cuidado del medio ambiente.

La forma de saber si el alumnado ha adquirido una mirada crítica y analítica hacia el uso de los recursos naturales, y de saber su grado de implicación con el desarrollo sostenible será a través de la comparativa entre las preguntas 8 a 10 del cuestionario previo y del final.

También se tendrá en cuenta la puntuación obtenida en ciertos ítems de las rúbricas de evaluación del informe y coevaluación intragrupal (Ver Tabla 3).

Se considerará que esta parte de la intervención ha sido exitosa si la media de la puntuación del cuestionario final es superior al del cuestionario previo en al menos un punto y la media de la puntuación de todos los indicadores es igual o superior a 2.

Objetivo 4. Potenciación de la creatividad.

Con la intención de evaluar si esta actividad ha servido para fomentar la creatividad del alumnado se compararán las preguntas 11 a 13 del cuestionario previo y del final y la originalidad del producto final. Para dar por aceptado este apartado la media de la puntuación del cuestionario final deberá ser superior a

la del cuestionario previo en al menos un punto y la puntuación en originalidad igual o superior a 2.

Objetivo 5. Fomento del trabajo cooperativo.

Como último objetivo de la intervención está el fomento del trabajo en equipo y la colaboración entre pares. Para evaluar esta meta se compararán los ítems 14 y 15 del cuestionario previo y el final, además de obtener las medias de diferentes ítems en la rúbrica de autoevaluación, del informe, de coevaluación intragrupal y de observación.

Del mismo modo que en los casos anteriores se considerará que esta parte de la intervención ha sido exitosa si la media de la puntuación del cuestionario final es superior al del cuestionario previo en al menos un punto y la media de la puntuación de todos los indicadores es igual o superior a 2.

Objetivos de la intervención	Resultados esperados	Indicadores
Obj.Int.1.	Aumento de motivación y actitud proactiva durante la sesión.	C.Prev.1., C.Prev.2. C.Prev.3., C.Prev.4. C.Prev.5., C.Prev.6. C.Prev.7. C.Act.1., C.Act.2. C.Act.3., C.Act.4. C.Act.5., C.Act.6. C.Act.7. CI1., CI2. C.Aut.1., C.Aut.5. C.Aut.7., C.Aut.9. C.Aut.15., C.Aut.16. C.Aut.17., C.Aut.19. C.Aut.20. RO1., RO2., RO3.
Obj.Int.2.	Mejora en los resultados de evaluación del aprendizaje.	Rúbrica de evaluación del informe, de coevaluación de la exposición, coevaluación intragrupal, de evaluación del producto, de la presentación y de observación..
Obj.Int.3.	Mayor implicación con el cuidado del medio ambiente.	C.Prev.8., C.Prev.9. C.Prev.10. C.Act.8., C.Act.9. C.Act.10. RI2., RI4., RI8., CI1., CI2., CI3.
Obj.Int.4.	Potenciación de la creatividad.	C.Prev.11., C.Prev.12. C.Prev.13., C.Act.11. C.Act.12., C.Act.13. CE5.
Obj.Int.5.	Fomento del trabajo cooperativo	C.Prev.14., C.Prev.15. C.Act.14., C.Act.15. RI1., CI1., CI2., CI3., C.Aut.1., C.Aut.7., C.Aut.9. C.Aut.19., C.Aut.20. RO1., RO2., RO3.

Tabla 3. Relación de objetivos de la intervención y resultados esperados.

3.1.5. Coordinación y seguimiento

El seguimiento de los alumnos se hará a través de la observación durante las sesiones, también se utilizará la plataforma de Google Classroom para que suban los documentos que se les pide para su evaluación. Dicha plataforma también se utilizará como canal de comunicación para resolver cualquier duda que pueda surgir entre alumnos y profesor.

La coordinación entre los docentes se realizará a través de varias reuniones previas al comienzo de la actividad con el objetivo de planificar las sesiones de cada materia de forma adecuada. Posteriormente se llevarán a cabo reuniones de seguimiento para conocer los inconvenientes y las ventajas que está suponiendo la intervención. Por último se hará una reunión final donde cada docente exponga las conclusiones obtenidas sobre los resultados esperados.

3.2. Instrumentos de evaluación

3.2.1. Alumnado

La evaluación y calificación del alumnado se basa en las metas volantes indicadas en el Apartado 3.1.1 de este documento.

Para todos los entregables el docente dará de tiempo una semana para su entrega en Google Classroom desde la sesión correspondiente. Si no se entrega a tiempo se restará un 5% sobre la nota por cada día de retraso hasta llegar a los 5 puntos.

En el caso de tener suspendida la actividad por mala calificación o falta de entrega de algún apartado, se recuperarán las partes correspondientes en el tiempo estipulado por el docente.

Meta volante 1. Planificación y organización del trabajo.

Se evaluarán los dos primeros documentos subidos por los alumnos al Classroom donde han realizado la organización del grupo y la planificación del proyecto. El peso total sobre el proyecto será del 5%.

Plazo de entrega de una semana desde la sesión 2.

Meta volante 2. Investigación y propuesta de una solución.

Esta meta volante evaluará el análisis de la problemática, la búsqueda de soluciones y el prediseño de una solución propuesta. Tendrá un peso del 10% sobre la nota final y repartida de la siguiente forma:

- Análisis de la problemática e investigación: 5%.
- Propuesta de solución: 5%.

Plazo de entrega de una semana desde la sesión 4.

Meta volante 3. Diseño del producto.

Se presentará un único informe del prediseño eléctrico, el diseño eléctrico y el del algoritmo de control. El peso total de la calificación será del 20% sobre la nota final.

- Prediseño y diseño electrónico: 5%.
- Diagrama de flujo: 5%.

Plazo de entrega de una semana desde la sesión 7.

Meta volante 4. Desarrollo del producto.

El docente evaluará la consecución de la programación y del montaje tanto del prototipo como de la instalación final del sistema por medio de una rúbrica (Anexo 7.4.5.). El peso sobre la calificación total será del 30% y se repartirá de la siguiente forma:

- Programación del control: 10%.
- Montaje del prototipo: 5%.
- Montaje final del sistema: 10%.

Se elaborará un informe final donde se incluyan las entregables de las metas volantes anteriores y se añada un apartado de conclusiones. Dicho documento servirá al docente para calificar los ítems anteriores y los aspectos generales de su redacción (ortografía, conclusiones, etc.) que tendrán un peso sobre el global de un 10%. Se dará una semana de tiempo para su entrega desde la sesión 13.

Meta volante 5. Presentación del proyecto y coevaluación.

Durante la última sesión cada grupo presentará su producto al resto de compañeros y estos realizarán la coevaluación de la presentación y el producto final. El peso total de esta meta volante será del 25% que se divide de la siguiente forma:

- Evaluación de la presentación: 10%.
- Coevaluación de la presentación y el producto: 10%.
- Coevaluación de los integrantes del grupo: 5%

De esta manera, las calificaciones para esta actividad quedan resumidas de la siguiente manera:

Ítem	Subítem	Peso (%)	Peso total (%)
Informe (Metas volante 1, 2 y 3)	Planificación (Meta volante 1)	5	35
	Investigación y propuesta de producto (Meta volante 2)	10	
	Diseño del producto (Meta volante 3)	10	
	Conclusiones y formato	10	
Producto (Meta volante 4)	Programación	10	25
	Prototipo	5	
	Montaje final	10	
Presentación (Meta volante 5)	Presentación	5	10
Coevaluación de la presentación (Meta volante 5)	Presentación	5	10
	Producto	5	
Coevaluación grupal (Meta volante 5)	Coevaluación grupal	10	10
Actitud	Rúbrica de observación	10	10

Tabla 4. Resumen de calificaciones.

A continuación se detallan los acrónimos utilizados para los elementos transversales que se muestran en la Tabla 5 junto con la relación entre las metas volante, objetivos, contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave.

EOE. Expresión Oral y Escrita

EECC. Emprendimiento y Educación Cívica y Constitucional

EI. Educación para la Igualdad.

CL. Comprensión Lectora.

TIC. Tecnologías de la Información y la Comunicación.

ES. Educación para la Salud.

Meta	Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje	Comp. clave	Objetivos	Elementos transvers.
1	Cont.TC.4.1. Cont.TC.6.4.	Crit.TC.4.1.1. Crit.TC.6.2.	Est.TC.4.1. Est.TC.6.2.	CMCT CAA CCL	Obj.TC.1. Obj.TC.3. Obj.TC.4. Obj.TC.8. Obj.ABP.5.	EOE EECC EI
2	Cont.TC.4.1. Cont.TC.6.1. Cont.TC.6.2.	Crit.TC.4.1. Crit.TC.6.2.	Est.TC.4.1. Est.TC.6.2.1	CCL CMCT	Obj.TC.1. Obj.TC.4. Obj.TC.5. Obj.TC.10. Obj.TC.8. Obj.TC.12. Obj.ABP.1.	CL EOE TIC
3	Cont.TC.4.1. Cont.TC.4.2. Cont.TC.6.3.	Crit.TC.4.1. Crit.TC.6.3.	Est.TC.6.3.2.	CCL CMCT CSC	Obj.TC.2. Obj.TC.3. Obj.ABP.2. Obj.ABP.5.	EOE TIC
4	Cont.TC.4.2. Cont.TC.4.3.	Crit.TC.4.2. Crit.TC.4.3.	Est.TC.4.2.1. Est.TC.4.3.1.	CMCT CD CAA	Obj.TC.2. Obj.TC.8. Obj.ABP.3.	EOE EI ES
5	Cont.TC.4.1. Cont.TC.6.4.	Crit.TC.4.1. Crit.TC.6.2.	Est.TC.4.1.1. Est.TC.6.1.	CCL CMCT CAA	Obj.TC.4. Obj.TC.5. Obj.TC.7. Obj.TC.11. Obj.TC.12. Obj.ABP.4. Obj.ABP.6.	ES EECC

Tabla 5. Relación de todos los elementos evaluables.

3.2.2. Práctica docente

La práctica docente será evaluada por los alumnos al finalizar la actividad por medio de un cuestionario (Ver Anexo 7.4.8) que el docente les proporcionará. Las preguntas irán enfocadas hacia la metodología utilizada,

nivel de exigencia y nivel de satisfacción tanto con la actividad como con la acción del docente entre otros.

3.2.3. Objetivos del proyecto

A partir de los resultados obtenidos, los docentes involucrados en este proyecto realizarán una autoevaluación a través de un cuestionario para conocer los puntos fuertes y los débiles, analizar la viabilidad y encontrar puntos a mejorar en el futuro. (Ver Anexo 7.4.9).

3.3. Presupuesto

En la Tabla 6 se muestra el desglose del presupuesto total del proyecto para el grupo de 4º de ESO, con un total de 188.22 €. El resto de herramientas y materiales se encuentran habitualmente en el taller.

ELEMENTO	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Arduino	2	26.99 €	53.98 €
Relés	6	0.65 €	3.90 €
Sensores de humedad	6	0.85 €	5.10 €
Sensores de temperatura	4	0.81 €	3.24 €
Pantallas LCD	2	4.25 €	8.50 €
Fuente de alimentación	2	7.90 €	15,80 €
Electroválvulas	6	9.99 €	59.94 €
Cajas eléctricas	2	18.88 €	37.76 €
TOTAL			188.22 €

Tabla 6. Presupuesto estimado del proyecto.

4. SOSTENIBILIDAD Y TRANSFERENCIA

El CPI Espartidero no cuenta actualmente con una Comisión de Innovación por lo que el procedimiento para incluir esta intervención en el Proyecto Educativo de Centro pasa por su exposición ante el Claustro después de haber informado al Equipo Directivo. De este modo será el Claustro de Profesores quien apruebe definitivamente su inclusión.

Con este proyecto también se busca que el huerto escolar vuelva a ganar visibilidad e importancia dentro del colegio. Se trata de un recurso del que puede sacar provecho el alumnado de todas las etapas educativas. Por ende, es importante que toda la comunidad educativa del centro conozca las actividades que se están llevando a cabo en él. Para ello se publicará un artículo en la web del colegio donde se explique la actividad realizada por el grupo de 4º de ESO y, si es posible, los propios alumnos explicarán a otros cursos su proyecto.

También se puede dar a conocer el proyecto a través de la publicación de artículos en revistas de innovación educativa, charlas en otros centros por parte de los docentes que lo estén desarrollando, conferencias o grupos de discusión.

La ventaja de este proyecto es que el producto final se puede ir modificando y añadiendo mejoras en muchos aspectos. Hecho que facilita su consolidación y mantenimiento a largo plazo. Por ejemplo, si en esta primera fase del proyecto los alumnos han utilizado 2 sensores de humedad, uno de temperatura y un reloj para activar y desactivar las electroválvulas de riego en función de la temperatura, humedad y hora del día, en proyectos futuros se podría enfocar el proyecto a mejorar la calidad del riego según necesidad de cada planta, mejorar la infraestructura, por ejemplo, sustituyendo los cables por comunicación inalámbrica, o enfocarse hacia la reducción del consumo de energía a parte del agua.

Otra forma de consolidación sería incluir la estrategia de Aprendizaje Servicio (ApS) hablando con el Ayuntamiento para incluir este proyecto en el cuidado de sus jardines, también se puede contactar con el Centro Cívico del

barrio de Santa Isabel, el Centro de Convivencia de Mayores o los diversos centros para mayores distribuidos por dicho barrio. De esta forma se conserva la continuidad del proyecto incluyendo además un tipo de educación en la que los alumnos aprendan al mismo tiempo que ayudan y colaboran con otras personas de su entorno.

5. CONCLUSIONES

A través de esta intervención educativa se espera acercar más al alumnado hacia las metas que marcan los Objetivos de Desarrollo Sostenible de 2030. También se busca incrementar su motivación, que se conviertan en los protagonistas del proceso de enseñanza y aprendizaje y que, a través de esta metodología, adquieran un aprendizaje realmente significativo a la vez que se implican en la mejora del medio ambiente y de la comunidad.

Respecto a esto último, como posible línea futura se considera interesante la posibilidad de trasladar este ABP a un Aprendizaje de Servicio donde el estudiantado pueda visitar otros lugares de la comunidad como parques o centros de mayores para que interactúe con otras personas ajenas al ámbito educativo de las que pueda aprender ayudando y colaborando. Esto es algo que se ha realizado y se sigue realizando en otros centros dado que favorece una comprensión más profunda de sí mismos, la empatía y el respeto por los demás. También desarrollan su pensamiento crítico, les hace valorar más los recursos que les rodean y construyen relaciones positivas con otros miembros de la comunidad.

Por otro lado, dentro de la comunidad educativa se espera que este proyecto pueda continuar para ir mejorando el huerto escolar poco a poco y que los alumnos de otros cursos se sientan también implicados con su cuidado. La ventaja de este proyecto a nivel técnico es que siempre puede sufrir mejoras. Puede dar pie a una colaboración más estrecha entre departamentos y diferentes cursos de forma que los alumnos desarrollen también el trabajo cooperativo entre diferentes etapas. Por ejemplo, para realizar el montaje de los dispositivos se requiere que estos sean estancos para proteger la electrónica frente a la humedad, los alumnos de 3º en la materia de Educación Plástica, Visual y Audiovisual pueden colaborar con los de 4º para diseñarles unos compartimentos estancos a la medida de los sensores y actuadores y crearlos en la impresora 3D que se encuentra en el aula taller.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. (2020). *SA6 Recurso 7: Prácticas de programación con mBlock*. Recuperado de https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/brujula20b/files/formidable/6/sa6_recurso_08_practicas_de_programacion_con_mblock.pdf
- Ayuntamiento de Zaragoza. (2016). *Datos de población de Santa Isabel del Ayuntamiento de Zaragoza*. Recuperado de <https://www.zaragoza.es/contenidos/presupuestos-participativos/Ebropolis/12-Santalsabel.pdf>
- Ayuntamiento de Zaragoza (2022). *Centros de Atención Educativa Preferente para alumnos con Discapacidad Motora*. Recuperado de <http://equiposespecializados.catedu.es/centros-preferentes-discapacidad-motora/>
- Blas, D. y Jaén, A. (2018). *Experiencia didáctica con Arduino. El aprendizaje basado en proyectos como metodología de trabajo en el aula de secundaria*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6789674>
- Estrella, A. y Jiménez, L. (2020). *Los huertos escolares en España: Educando para el cambio*. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2020-02-estrella-jimenez_tcm30-506609.pdf
- Eugenio-Gozalbo, M. y Aragón, L. (2016). *Experiencias en torno al huerto ecológico como recurso didáctico y contexto de aprendizaje en la formación inicial de maestros de Infantil*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/320449679_Experiencias_en_torno_al_huerto_ecologico_como_recurso_didactico_y_contexto_de_aprendizaje_en_la_formacion_inicial_de_maestros_de_Infantil
- Falcó, C. (2021). *Enseñanza centrada en el Aprendiz*. Universidad de Zaragoza.
- García, D. (2015). *Huerto-Invernadero Ecológico*. IES Antoni Ballester.

García-Valcárcel, A. y Basilotta, V. (2017). *Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de Educación Primaria*. Recuperado de <https://revistas.um.es/rie/article/view/246811>

Koruro (2022). *Técnicas para formar grupos*. Recuperado de <https://koruro.com/tecnicas-para-formar-grupos>

Mañas, M. y Schimansky, S. (2014). *La Gestión de Proyectos aplicada a la Formación Profesional*.

Novo, M. y Flor, J. (2006). *Globalización, crisis ambiental y educación*. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=3377>

Pérez, A., Fonseca, E. y Lucas, B. (Coord.). (2021). *Iniciación al Aprendizaje Basado en Proyectos: Claves para su implementación*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=785222>

Saldarriaga-Zambrano, P., Bravo-Cedeño, G. y Llor-Rivadeneira, M. (2016). *La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea*. Recuperado de <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/298/355>

Sánchez, E. (2019). *La educación STEAM y la cultura «maker»*. Recuperado de <https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/view/11742>

Santillán, F., (2006). *El Aprendizaje Basado en Problemas como propuesta educativa para las disciplinas económicas y sociales apoyadas en el B-Learning*. Recuperado de <https://rieoei.org/historico/deloslectores/1460Santillan.pdf>

Spiteri, M. (2010). *Seven Essentials for Project-Based Learning*.