



Trabajo Fin de Máster

Aprendizaje multidisciplinar entre alumnado de Secundaria y Primaria a través de la robótica

Autor

Alberto Aragüés de Vicente

Director

Francisco Sobrino Bescós

Facultad de Educación
Año 2021

Título del proyecto

Aprendizaje multidisciplinar entre alumnado de Secundaria y Primaria a través de la robótica.

Resumen

Con la perspectiva de que las personas requieren del dominio de una serie de competencias para su desarrollo y autorrealización en la vida adulta, se han planteado durante los años previos a la realización de este documento una serie de metodologías educativas. Para cubrir varias de estas metodologías en un programa que fomente el aprendizaje significativo y la cohesión del alumnado de centro de diferentes generaciones, se propone aplicar el programa descrito en este documento. Este programa educativo se da en el seno de la disciplina de Tecnología, y se articula en torno al aprendizaje por proyectos de la construcción del robot ‘Escornabot’. A lo largo de este proyecto, se busca no sólo impartir los conocimientos de robótica (mecánica, electrónica, programación...) implícitos en el proyecto, sino también iniciar al alumnado de 4º de Educación Secundaria Obligatoria en la puesta en práctica de diversas competencias mediante la docencia. Como resultado de las actividades y aptitudes mostradas por este primer grupo, se espera poder aplicar un aprendizaje servicio orientado a actividades de iniciación a la robótica del alumnado de 1º y 2º de Educación Primaria.

Palabras clave

Robótica educativa, aprendizaje de robótica, aprendizaje con robótica, aprendizaje cooperativo, aprendizaje servicio, Escornabot.

Abstract

With the prospect of people requiring mastery of a series of competences for development and self-realisation in adult life, a series of educational methodologies has been laid out during the years preceding the making of this document. In order to cover several of these methodologies within a programme which fosters meaningful learning and school cohesiveness among different generations, the application of the programme described in this document is proposed. This educational programme is to be taught in the academic field of Technology, articulated around a project learning methodology based on building

an ‘Escornabot’ robot. Through this project, not only we seek the teaching of robotics (mechanics, electronics, programming...) that is implicit to the project, but also the introduction of pupils from 4th course of Obligatory Secondary Education in the practice of diverse competences through their own teaching to others. As a result of the activities and skills shown by this first group, we expect to be able to apply a service-learning based on initiating pupils from 1st and 2nd level of Elementary Education into the field of robotics.

Key words

Educational robotics, robotics learning, learning with robotics, cooperative learning, service-learning, Escornabot.

Índice de contenidos

| | |
|--|----|
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO | 7 |
| 1.1. Contextualización..... | 9 |
| 1.1.1. Datos del centro..... | 9 |
| 1.1.2. Coordinación y profesorado implicado..... | 10 |
| 1.1.3. Etapas, grupos y asignaturas en las que se desarrolla el proyecto | 10 |
| 1.1.4. Alumnado implicado | 10 |
| 1.1.5. Otros actores implicados | 10 |
| 1.2. Objetivos de la intervención | 12 |
| 1.3. Temporalización y secuenciación de la intervención | 13 |
| 1.3.1. Fecha de inicio | 13 |
| 1.3.2. Duración y horario..... | 13 |
| 2. BASE TEÓRICA..... | 15 |
| 3. DESARROLLO | 21 |
| 3.1. Causas de la necesidad de la intervención | 23 |
| 3.2. Descripción de la práctica innovadora..... | 25 |
| 3.2.1. Objetivos específicos | 26 |
| 3.2.2. Metodología | 26 |
| 3.2.3. Recursos necesarios | 27 |
| 3.2.4. Sesiones y actividades | 29 |
| 3.2.5. Resumen de sesiones y calendarización..... | 31 |
| 3.2.6. Agrupamientos | 31 |
| 3.2.7. Resultados esperados | 32 |
| 3.2.8. Coordinación y seguimiento..... | 32 |
| 3.3. Instrumentos de evaluación..... | 33 |
| 3.3.1. De los aprendizajes del alumnado | 33 |
| 3.3.2. De la práctica docente..... | 34 |
| 3.3.3. De la puesta en marcha del proyecto | 36 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4. Presupuesto | 37 |
| 4. SOSTENIBILIDAD Y TRANSFERENCIA..... | 39 |
| 4.1. Mecanismos previstos para la inclusión en el Proyecto Educativo del Centro | 41 |
| 4.2. Participación e impacto en los distintos sectores de la comunidad educativa | 41 |
| 4.3. Difusión prevista de la experiencia y de los resultados | 42 |
| 5. CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO | 43 |
| 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 47 |
| ANEXOS | 53 |
| Anexo 1. Calendario Escolar del Curso 2021-2022 en la Comunidad Autónoma de Aragón..... | 55 |
| Anexo 2. Bloque de contenidos de Tecnología de 4º de ESO, con sus Criterios de Evaluación y Estándares de Aprendizaje Evaluables..... | 57 |
| Anexo 3. Rúbrica de evaluación de la actividad de fabricación y experimentación de Escornabot dirigida al alumnado de Tecnología de 4º de ESO | 59 |

1. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1. Contextualización

Este proyecto de innovación se define, entre otras formas, como un medio de aunar esfuerzos, armonizar conocimientos y fomentar el compañerismo y el sentimiento de pertenencia a un centro educativo entre alumnado de Primaria y Secundaria. Por ello, no es aplicable a cualquier instituto, sino que debe llevarse a cabo en el seno de los siguientes tipos de centro educativo:

- Colegios Públicos Integrados (CPI).
- Institutos de Educación Secundaria geográficamente próximos a un Centro de Educación Infantil y Primaria. (CEIP)
- Institutos de Educación Secundaria situados en zonas rurales.

De estos tres casos presentados, se van a desarrollar los detalles con una orientación basada en el modelo de Colegio Público Integrado, aunque con las modificaciones necesarias en lo que respecta a armonización de calendarios y realización de actividades, se puede extrapolar a los otros dos casos.

1.1.1. Datos del centro

El centro elegido para la realización de este proyecto es el CPI La Jota, ubicado en el barrio homónimo de Zaragoza capital. Comunicado con una línea de autobús hacia el centro de la ciudad, y situado junto al ambulatorio del barrio, cuenta con las prestaciones necesarias para su correcto funcionamiento. No obstante, posee algunos problemas de espacio para poder acoger a todo el alumnado, puesto que fue originalmente diseñado como un Centro Educativo de Infantil y Primaria (CEIP) y ha ampliado su oferta educativa a Educación Secundaria Obligatoria desde hace cuatro años respecto de la redacción de este documento. Cuenta con una población estudiantil total de 673 discentes, los cuales tienen acceso a la disciplina de Tecnología durante toda la Educación Secundaria. El centro también ha estado adherido durante este último curso al programa RetoTech, que ha servido de precursor de este proyecto de robótica y ha permitido la adquisición de parte del material necesario, como una impresora 3D o acceso a software específico de diseño de piezas. Toda esta información está recopilada en la Programación General Anual del Centro para el curso 2020-2021.



Imagen 1. Fotografía panorámica del CPI La Jota, Zaragoza

1.1.2. Coordinación y profesorado implicado

Debido a la cobertura simultánea de las etapas de Educación Primaria y Secundaria, se plantea que el profesorado de ambas esté involucrado en la realización del proyecto. Por parte de la etapa de Educación Secundaria, los docentes implicados son los correspondientes a la asignatura de Tecnología, mientras que por parte de la docencia de Educación Primaria interviene uno de los tutores que imparte las clases de 1º y 2º curso.

1.1.3. Etapas, grupos y asignaturas en las que se desarrolla el proyecto

El programa de aprendizaje que engloba a este proyecto va, desde su concepción, dirigido hacia estudiantes de Educación Primaria y Educación Secundaria. En el primer grupo se incluye a los grupos de 1º y 2º de Primaria, con un planteamiento asimilable al de una actividad complementaria del centro para esta etapa escolar. En el segundo, se tiene en cuenta a los participantes, docentes y discentes, de la asignatura optativa de Tecnología en el cuarto curso de Educación Secundaria.

1.1.4. Alumnado implicado

El alumnado implicado en este proyecto pertenece a los grupos de 1º y 2º de Primaria, por parte de los alumnos destinados a iniciación a robótica. El grupo cuya función será la de alumno-profesor, tal y como se desarrollará en apartados posteriores, es el de los discentes pertenecientes a la asignatura optativa de Tecnología de 4º de ESO. Se estima que el número de estudiantes matriculados en esta materia será en torno a los 15.

1.1.5. Otros actores implicados

Si bien el grueso del desarrollo de este proyecto de innovación cae sobre el profesorado y el alumnado del centro, existen también otros agentes a los que se tiene que tener en cuenta para su desarrollo adecuado. Por parte del cuerpo docente, hay que tener en

cuenta que las bases de la robótica de este programa están basadas en el proyecto libre Escornabot, sobre el cual existe una necesidad de recursos y una base de conocimientos necesaria de adquirir. Para ello, el centro debe, a través de la labor del propio profesorado, y con la ayuda y coordinación del Coordinador de Formación (COFO), contactar con personal externo adscrito al programa Escornabot, tanto para la provisión de los recursos como para el aprendizaje de su uso.

En el Centro Aragonés de Tecnología Educativa (CATEDU), se dispone de material de préstamo para los centros¹. Como toma de contacto por parte del cuerpo docente hacia el funcionamiento operacional de este programa, es necesaria la colaboración de esta entidad para el préstamo de prototipos de robots con los que hace falta trabajar. Uno de los actores fundamentales con el que hace falta involucrarse y ponerse en contacto es el personal docente auxiliar del CATEDU², encargado de la tutorización de los cursos ‘Aularagón’ de Escornabot³. Por ello, uno de los docentes de Tecnología del CPI La Jota requiere de matricularse en este curso.



Imagen 2. Oferta de cursos de robótica educativa del CATEDU, año 2021

¹<https://catedu.github.io/faq-aularagon/prestamos.html> (2021, 21 de junio)

²<https://pablrorubma.cc/escornabot/> (2021, 22 de junio)

³<https://catedu.github.io/escornabots-curso/> (2021, 21 de junio)

1.2. Objetivos de la intervención

El programa de robótica propuesto cumple una doble función, una de continuidad de procedimientos, y otra de consecución de competencias en varios niveles de enseñanza (lingüística, matemático-científico-tecnológica y de aprender a aprender). La continuidad viene por el hecho de que este proyecto está inspirado en la adhesión del CPI la Jota al proyecto RetoTech durante el curso 2020-2021⁴. Este proyecto, si bien en colaboración con diferentes proveedores y organizadores, aúna el aprendizaje por proyectos y la enseñanza de conceptos científicos y tecnológicos a través de proyectos de robótica que compiten a nivel nacional en un concurso preparado a tal efecto⁵. Como recompensa para los participantes de los proyectos ganadores, se otorgan becas para campamentos educativos de verano centrados en robótica y programación⁶. Sin embargo, debido al carácter concursal de la participación en el proyecto RetoTech, no existen garantías de poder mantener el programa en el seno del centro durante los cursos siguientes. Por ello, para el curso 2021-2022, este proyecto corre el riesgo de quedar interrumpido, pero se tiene desde el propio centro tanto un deseo como una necesidad de darle continuidad.

En lo que respecta al desarrollo de competencias, se ha comprobado de forma cualitativa que este tipo de programas promueve y beneficia el aprendizaje del alumnado implicado. Como el proyecto RetoTech sólo ha involucrado a un grupo reducido de estudiantes interesados, se busca también con este programa, que estaría integrado dentro de la Programación Didáctica de Tecnología de 4º de ESO, dar un mayor alcance al aprendizaje por robótica e involucrar a una mayor parte del alumnado. Dentro del apartado de contenidos, los discentes de Secundaria involucrados pueden así aprender a trabajar por proyectos dentro del ámbito de la técnica de forma semiautónoma. Los estudiantes de Primaria, por su parte, no sólo aprenden en qué consiste un robot, sino que pueden familiarizarse con procedimientos y problemas que les ayudan a mejorar su orientación espacial y su capacidad lógica y matemática.

⁴Enlace a la propuesta de proyecto RetoTech del CPI La Jota, Curso 2020-2021:
<https://www.fundacionendesa.org/es/retotech-proyecto-de-innovacion-educativa/archive/2019/07/CPI-La-Jota> (2021, 21 de junio)

⁵<https://www.fundacionendesa.org/es/retotech-proyecto-de-innovacion-educativa> (2021, 21 de junio)

⁶<https://www.aragondigital.es/2021/06/21/el-proyecto-atrapa-coches-peligrosos-se-alza-con-el-retotech-de-fundacion-endesa/> (2021, 21 de junio)

1.3. Temporalización y secuenciación de la intervención

Para la implantación de este programa, será necesario contar con la disponibilidad del personal y los recursos del proyecto Escornabot⁷. Esto incluye las siguientes actividades:

- Contacto con proveedores y organizadores para la primera toma de contacto y obtener su beneplácito y colaboración.
- Una vez aceptado el acuerdo de colaboración, se ha de establecer un periodo de tiempo para la provisión de recursos físicos (placa base, material de fabricación, documentación necesaria), para que el profesorado tenga acceso a ellos.
- Asimismo, los docentes del centro (los de Tecnología de Secundaria, pero también puede adherirse el personal de Educación Primaria que vaya a participar) concretarán con los organizadores y/o divulgadores del proyecto para realizar unas jornadas telemáticas de formación, las cuales pueden estar en horario escolar o extraescolar en función de disponibilidad.
- Se organizará un seminario de formación en el propio centro escolar a través del Coordinador de Formación (COFO) del CPI, donde podrá apuntarse el profesorado interesado.

De forma similar al proyecto RetoTech y debido a cómo se quiere planificar la actividad dentro del curso escolar, se procurará que estas actividades previas al trabajo principal con los estudiantes tengan lugar a lo largo del 1º Trimestre.

1.3.1. Fecha de inicio

La realización de las actividades de robótica propiamente dichas se planifica para su comienzo en el 2º Trimestre del curso 2021-2022, coincidiendo con las Unidades Didácticas de Electrónica y Robótica de Tecnología de 4º de ESO.

1.3.2. Duración y horario

Para la realización de las tareas principales con el alumnado, se recurre a las horas de taller pertinentes de la asignatura de Tecnología, en sesiones de 50 minutos. La duración del programa se plantea en un total de 16 sesiones, 11 en Secundaria y 5 en Primaria. Las 11 sesiones de taller en Secundaria se dedican a la construcción del robot Escornabot, repartidas de la siguiente forma:

⁷<https://escornabot.com/es>

- Diseño. 3 sesiones.
- Impresión. 2 sesiones.
- Montaje mecánico. 1 sesión.
- Montaje eléctrico. 2 sesiones.
- Terminación. 1 sesión.
- Programación. 2 sesiones.

Una vez construidos los Escornabot, el profesorado ha de preparar las actividades que se van a realizar con los grupos de 1º y 2º de Primaria, en las que tanto docentes como discentes de Secundaria van a intervenir. Estas 5 sesiones restantes se dividen de la siguiente forma:

- Preparación de los talleres. 2 sesiones.
- Asistencia al aula de Primaria. 3 sesiones.

2. BASE TEÓRICA

2. BASE TEÓRICA

El uso de robots Escornabot en el ámbito del aula, tal y como se tiene pensado plantear en este proyecto de innovación, está basado en dos conceptos fundamentales, que parecen idénticos pero son en realidad diferentes: el aprendizaje de robótica y el aprendizaje con robótica.

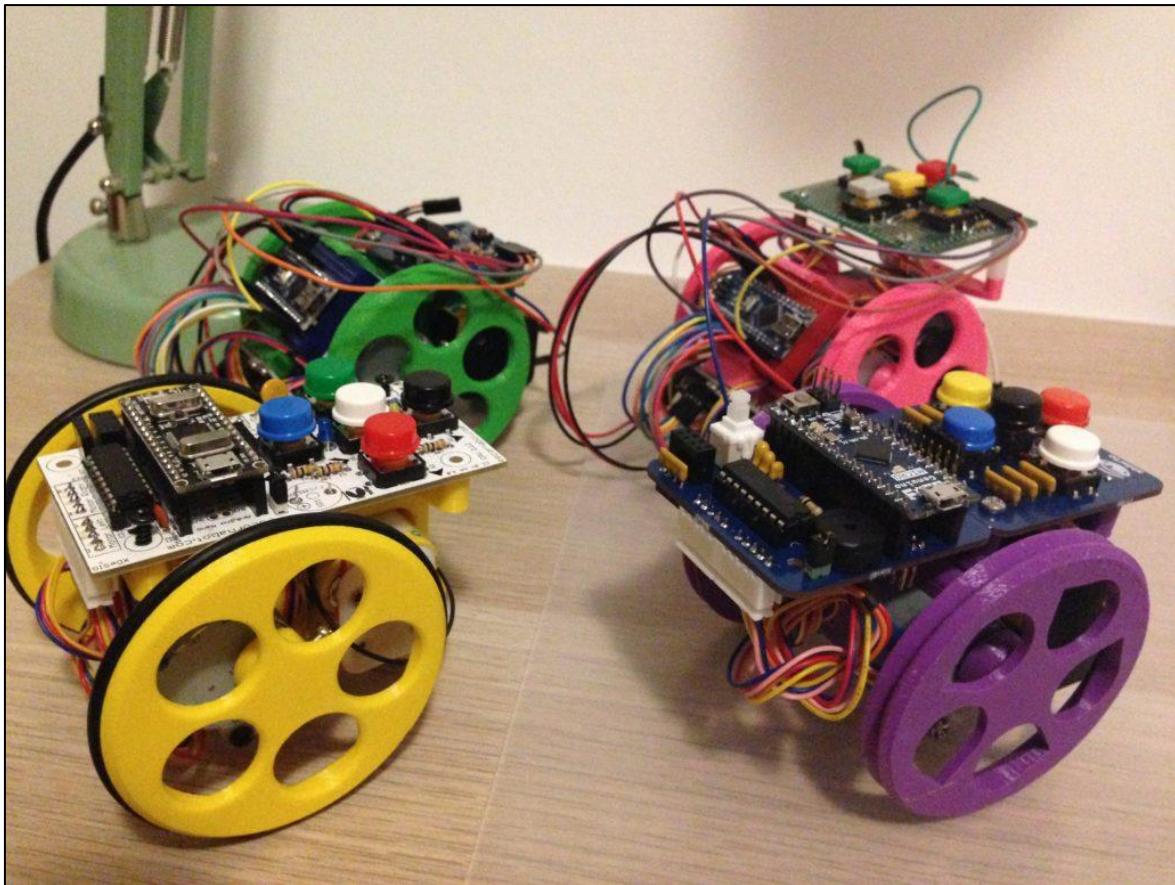


Imagen 3. Unidades montadas de robot Escornabot

Tanto un concepto como otro se pueden englobar en un todo que se conoce, dentro de los diferentes círculos de investigación, como ‘robótica educativa’. Ésta es una disciplina, dentro del campo de la enseñanza, que busca para el alumnado el aprendizaje del diseño, construcción y programación de mecanismos automáticos, combinados con contenidos transversales relacionados. Estos contenidos transversales incluyen “[...] desarrollo de habilidades del pensamiento lógico-matemático, el algorítmico y habilidades como la creatividad, el trabajo colaborativo, la comunicación, entre otras.” (González Fernández, 2020).

El aprendizaje de robótica es un aspecto de la Tecnología de gran interés, tanto por su aplicación fuera del ámbito escolar como por su carácter multidisciplinar. Un robot es, en su forma más básica, un dispositivo computador, por lo que es necesario tener

conocimientos de programación, aunque sean básicos y/o asistidos, para poder comunicarse con él y configurarlo. O, dicho en palabras más técnicas, como las usadas por el Robotics Institute of America (RIA), un robot es “un manipulador multifuncional y reprogramable diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales mediante movimientos programados y variables que permiten llevar a cabo diversas tareas” (Freedman, 1996).

También es necesario familiarizarse con la electrónica del robot para poder construirlo o, al menos, para poder entenderlo. Además, un robot suele ser considerado por definición un dispositivo mecánico, lo que se traduce en la necesidad de aprender conceptos de mecánica teórica (máquinas y mecanismos) y práctica (diseño, fabricación y ensamblaje) a través del estudio y simulación de la producción, transmisión y transformación del movimiento (Raz, 1989). Desde la perspectiva puramente educativa, el aprendizaje de robótica “permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la Tecnología” (Ruiz-Velasco, 2007).

En cuanto al aprendizaje con robótica, se vale del aprendizaje de robótica, pero no se limita a impartir conocimientos técnicos. Esta forma de aprendizaje lleva consigo un trabajo transversal de diferentes aspectos del aprendizaje en el alumnado, que incluye al aprendizaje por proyectos (y con una preparación y recursos lo suficientemente robustos, de aprendizaje basado en proyectos), competencias de iniciativa y aprendizaje, aprendizaje significativo y aprendizaje por descubrimiento. Al utilizar los discentes los mecanismos que se les brindan a través del aprendizaje con robótica, “[...] están construyendo al mismo tiempo conocimientos más complejos, generando de esta forma más conocimiento” (Ruiz-Velasco, 2007). Esta forma de aprender otorga las herramientas para alcanzar una transitividad en la percepción y el análisis, pues tal y como comprueba Vázquez Cano (2012) en su estudio *Simulación robótica con herramientas 2.0 para el desarrollo de competencias básicas en ESO*, la construcción de robots ayuda a desarrollar aprendizajes para dar respuesta a problemas del mundo real.

La robótica y la programación se encuentran cada vez más presentes en nuestra sociedad. Por ello, no es raro que se vaya incrementando cada vez más la demanda de Tecnología e ingeniería, incluso llegando a crearse nuevos empleos acordes a dicha

demandas (De Haro⁸, 2017). Se tiene constancia de que el auge de la robótica en la sociedad afectará al mercado laboral y el desarrollo industrial a través de nuevos empleos⁹, incluso en el futuro inmediato¹⁰, aunque también se acusa una pérdida y desplazamiento en ciertas disciplinas derivadas de la implantación de la robótica¹¹.

De hecho, el mercado está demandando cada vez más trabajadores con perfiles STEM. Según una encuesta realizada por la patronal de empresas tecnológicas DigitalES, existen al menos 10.000 empleos vacantes en el sector tecnológico en España por falta de cualificación, y se calcula que entre 2017 y 2022 la digitalización será la responsable de la creación de 1.250.000 empleos en España¹².

En todo este proceso de enseñanza, no se debe perder de vista que todo avance tecnológico y pedagógico lleva asociado un componente ético. Las disciplinas de Ciencias Teóricas y Aplicadas, agrupadas en el acrónimo anglosajón STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), han de permitir un desarrollo que tenga en cuenta problemas asociados al entorno del ser humano y los campos de Humanidades. Algunas de estas cuestiones a tratar están relacionadas con retos como la preservación del Medio Ambiente, la ciudadanía activa y la brecha de género (Napal y Zudaire, 2019).

Desde el punto de vista del discente, una de las características más destacables de la robótica es que ‘sinergiza’ las actividades del aula y potencia el interés del alumnado. Esto queda patente tanto en las observaciones como en las prácticas realizadas por numerosos docentes y académicos (Pradas Montilla, 2017; González y Marín, 2016; Ocaña, 2019).

La puesta en práctica de este proyecto de innovación ha sido posible gracias al proyecto Escornabot, creado, diseñado y gestionado por Tucho Méndez, Xoán Sampaíño y Rafa Couto, y adscrito al programa Bricolabs. Este proyecto ha sido desarrollado con software y hardware libre, y con la idea de ser conducido hacia aplicaciones didácticas. Estas características lo hacen idóneo para el desarrollo práctico de este planteamiento de aprendizaje con robótica.

⁸<https://www.eleconomista.es/economia/noticias/8663833/10/17/La-inteligencia-artificial-y-la-automatizacion-eliminaran-hasta-10-millones-de-empleos-en-EEUU.html> (2021, 21 de junio)

⁹<https://www.lavanguardia.com/economia/20200220/473488327345/revolucion-robotica-58-millones-nuevos-empleos-proximos-cinco-anos-brl.html> (2021, 21 de junio)

¹⁰<https://www.ittrends.es/infraestructura/2020/05/la-robotica-generara-nuevos-empleos-despues-de-la-pandemia> (2021, 21 de junio)

¹¹<https://www.aecoc.es/innovation-hub-noticias/estos-son-los-trabajos-que-seran-reemplazados-por-robots/> (2021, 21 de junio)

¹²<https://www.clubexcelencia.org/conocimiento/plataforma-de-conocimiento/estudio-el-desafio-de-las-vocaciones-stem> (2021, 21 de junio)

3. DESARROLLO

3. DESARROLLO

En este apartado del documento se plasma con detalle en qué consiste exactamente la propuesta de proyecto presente. Una vez se han establecido el planteamiento y las bases, es necesario especificar los detalles y pormenores de cómo se solicita que se vaya a desarrollar, para que así se pueda aplicar en el ámbito del centro seleccionado, con unos resultados que se consideren positivos de acuerdo con los instrumentos de evaluación elegidos.

3.1. Causas de la necesidad de la intervención

Al tratarse de un CPI, se ha planteado esta iniciativa de implantar un programa multidisciplinar, en el que se usen la programación y la robótica como herramientas de aprendizaje. Actualmente, en nuestra sociedad se ha producido una expansión del trabajo con robótica, además de su reconocimiento positivo dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje y los beneficios que aporta a las personas en sus primeras etapas de formación (Pradas Montilla, 2017). Parte de estos beneficios se manifiestan en la mitigación de determinados fenómenos negativos del ámbito escolar, tales como problemas de aprendizaje, de absentismo y disruptividad derivados de situaciones de exclusión social (Castro y Acuña, 2012). El aprendizaje con robótica también se utiliza en el contexto del alumnado con Necesidades Educativas Especiales (NEE) (Jormanainen et al., 2007, y López-Escribano y Sánchez-Montoya, 2012), lo cual es especialmente interesante en nuestro contexto particular, pues el CPI La Jota es Centro Preferente para discentes con Trastorno de Espectro Autista. A todos estos beneficios, se le añade también la motivación extrínseca propia de las actividades prácticas interactivas de programación y robótica (Roig-Vila, 2016). Interactuar con los robots puede no quedarse simplemente en un juego, y convertirse en una actividad que permita comprender lo que hay más allá del autómata.

La incorporación de la robótica en el sistema educativo público de algunos países lleva produciéndose desde hace años (González y Marín, 2016), y en España, se ha incluido en la Programación Didáctica de forma bastante reciente. Comunidades Autónomas como Madrid han sido pioneras en la impartición de robótica en el aula, de forma que otras, como Aragón, han tomado su ejemplo. No obstante, dentro del alcance de este proyecto, la enseñanza de robótica sólo está codificada y reconocida como curricular en Educación Secundaria, mientras que en Educación Primaria sólo se tiene en cuenta como parte de los contenidos transversales.

El aprendizaje de robótica no es una mera imposición para el alumnado de 4º de ESO. El currículo de la materia de Tecnología incluye un bloque de contenidos, titulado ‘Control y Robótica’, en el que se indica textualmente: “Este bloque de contenido integra los conocimientos que el alumno ha adquirido a lo largo de la etapa para diseñar un dispositivo electro-mecánico, capaz de producir una respuesta del sistema en base a las condiciones del entorno.” (Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo). Es importante también tener en cuenta que, en la asignatura Tecnologías de la Información y la Comunicación, se recalca la importancia de aprender conceptos como sistemas de numeración (binario, hexadecimal) y codificación, lo cual facilita la iniciación a los lenguajes de programación. Este conjunto de conocimientos hace que sea necesario plantearse la robótica como un campo del conocimiento con el que poder trabajar en diferentes ámbitos y etapas de la educación.

Debido a la importancia que se está procesando tanto ante el uso de la programación, como de la robótica a lo largo de las diversas etapas educativas, desde el Departamento de Educación de la Diputación General de Aragón, y más concretamente desde el Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación (CATEDU), se ha elaborado un esquema donde se nos muestran diferentes recursos a utilizar dependiendo de las edades de los alumnos¹³.

Como se ha planteado en apartados anteriores, el CPI La Jota dispone de un programa interno de Altas Capacidades, en el cual se acoge a aquellos discentes que, en el seno del ejercicio de aprendizaje de la asignatura de Tecnología, han presentado unos mejores resultados cualitativos y cuantitativos que el resto. El objetivo de este programa es doble, pues busca tanto la excelencia en el estudiante como el desarrollo de competencias que no se pueden trabajar de forma convencional en el aula, como iniciativa y autogestión en el aprendizaje. Se considera que, si bien con este perfil de alumnado se pueden obtener los mejores resultados, resultaría interesante y beneficioso ampliar el abanico de alumnos y alumnas que pueda verse beneficiado de estas prácticas. Estas cuestiones relativas a la organización del proyecto RetoTech en el seno del centro y de sus beneficios vienen recogidas en su PGA correspondiente.

Como caso especial pertinente al curso 2020-2021, el CPI La Jota¹⁴ ha sido participante del proyecto RetoTech, un concurso de carácter educativo en el que los centros adscritos deben formar y preparar a parte de su alumnado de ESO para desarrollar un

¹³<https://catedu.github.io/robotica/> (2021, 21 de junio)

¹⁴<https://cpilajotazgz.com/> (2021, 21 de junio)

proyecto de robótica con posibles aplicaciones y mejoras orientadas hacia ámbitos como la logística o el medio ambiente. Aquellos centros educativos que hayan sido seleccionados para participar, reciben el material correspondiente, similar al del proyecto Escornabot, pero con diferentes proveedores, a través de un convenio con las empresas Endesa y BQ. Esto ha permitido al centro hacerse con herramientas de gran utilidad práctica en robótica, como impresora 3D y el software de diseño asociado. No obstante, se presenta un problema, y es que a pesar de haber sido acogido el programa RetoTech con entusiasmo y resultados de aprendizaje positivos, un mismo centro no tiene garantizado el poder participar en años consecutivos. Por ello, se busca con el proyecto de aprendizaje con robótica basado en Escornabot no sólo una formación más amplia del alumnado, sino dar a este aprendizaje una continuidad en el tiempo.

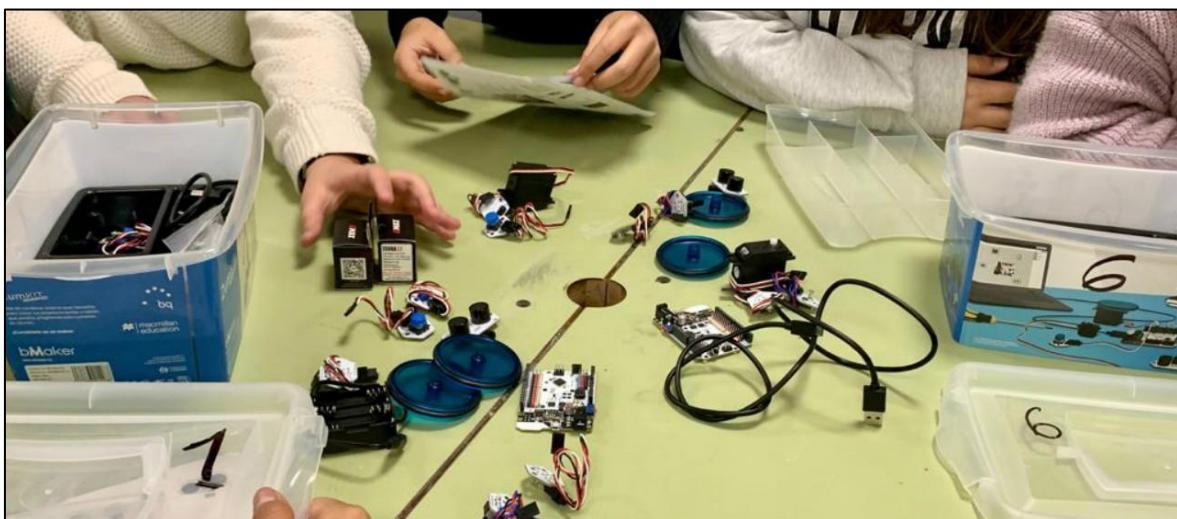


Imagen 4. Componentes de los kits de robótica para el proyecto RetoTech

3.2. Descripción de la práctica innovadora

En la fase de planteamiento, se ha mencionado ya cuáles van a ser los actores involucrados en este proyecto, así como la forma en la que se van a distribuir las actividades. A lo largo de este apartado, se verá cuáles son los elementos funcionales que permiten la puesta en práctica del aprendizaje con robótica. No sólo se busca conseguir un aprendizaje multidisciplinar con el alumnado de Secundaria, sino que se pretende establecer una tutorización particular al alumnado de Primaria, de forma similar a un programa de tutorización entre iguales como el que se aplica en otros institutos.

3.2.1. Objetivos específicos

El proyecto de aprendizaje con robótica planteado tiene como fin último unas sesiones de práctica y juego con el alumnado de Primaria que participa en las actividades de iniciación a la robótica. Por ello, se van a tener en cuenta unos hitos que tiene que cumplir el alumnado de Secundaria. Dichos hitos son, de forma secuencial, los siguientes:

- Diseño de las actividades a realizar con el alumnado de Primaria, en este caso por parte del profesorado en caso de que se considere muy complicado para el alumnado.
- Diseño de las piezas mecánicas que va a requerir el Escornabot.
- Montaje simultáneo de las piezas mecánicas y los componentes electrónicos, para así completar la parte física (hardware) del robot.
- Programación de las rutinas y comandos que puede ejecutar el robot.
- Confirmación de la conveniencia del prototipo para las actividades mediante pruebas y retroalimentación.
- Realización de las actividades de aprendizaje por parte del alumnado de Educación Primaria, con asistencia a la docencia por parte del alumnado de Secundaria colaborador.

3.2.2. Metodología

A la hora de organizar e impartir las clases en el aula de Secundaria, hay que tener en cuenta, por una parte, que se busca alcanzar una serie de objetivos específicos. Por otra parte, la estructura de trabajo lleva a la necesidad de que los estudiantes de Secundaria tengan que realizar gran parte de las actividades coordinándose con sus pares, bajo la guía de los docentes, y tomando en determinados momentos autonomía e iniciativa. Las partes introductorias y explicativas de la base del proyecto requieren de aplicación de clase magistral, pero a partir de ahí, los métodos de aprendizaje se diversifican.

El programa de aprendizaje con robótica incluye elementos de las siguientes metodologías:

- Aprendizaje cooperativo: El grueso del trabajo a realizar por los discentes de Secundaria es autónomo y por grupos, de forma que el docente encargado de la clase es principalmente un orientador y un facilitador de recursos. Incluso se da la posibilidad de colaboración entre grupos diferentes. Tal y como muestra el estudio

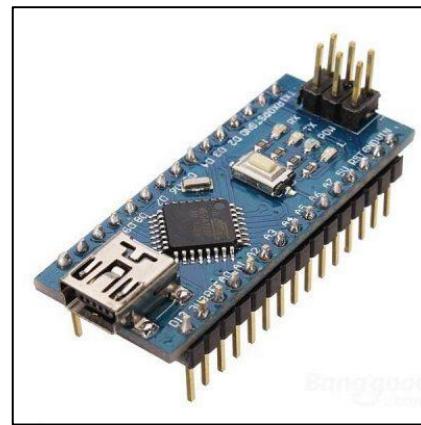
de Sánchez et al. (2020), la robótica aplicada al ámbito de la educación y el trabajo cooperativo tienen una relación beneficiosa y efectiva.

- Aprendizaje significativo: La información referente a disciplinas como el diseño, la mecánica y la electrónica está presente en cursos anteriores de Tecnología de forma más básica. Mediante la ampliación de estos conocimientos con trabajo autónomo y nuevos recursos, los estudiantes de Secundaria se ayudan a construir nuevos conocimientos a partir de lo que ya saben. Además, en las actividades que se le va a proponer al alumnado, éste podrá identificar usos de la robótica en el aula con usos en la vida cotidiana (Medina Payán, 2019).
- Aprendizaje por descubrimiento: Este tipo de metodología se da más por parte del alumnado de Primaria que por el de Secundaria. Tal y como se busca plantear las actividades, los discentes de Primaria se dedican principalmente a jugar con los robots sobre las plantillas preparadas. No obstante, con la ayuda del alumnado de Secundaria, van a poder inferir una serie de nuevos conocimientos implícitos en las acciones que van a realizar.
- Aprendizaje por proyectos: La preparación de los Escornabot y la impartición de las clases tienen de forma implícita un objetivo, un trabajo físico y mental asociado, y un final para cada uno de los grupos. No consisten en un conocimiento autocontenido, sino que el conocimiento generado tiene una aplicación práctica. El trabajo a realizar se estructura de esta forma como un proyecto. Al utilizar la robótica en aprendizaje por proyectos se puede conseguir un aumento de la motivación del alumnado, y una facilitación del aprendizaje no sólo de Tecnología, sino también de otras asignaturas y áreas del conocimiento (Vega-Moreno, 2016)
- Aprendizaje servicio: Como una manifestación específica del aprendizaje por proyectos, cuando se aplica el proyecto realizado a una labor beneficiosa para un grupo ajeno como principal objetivo, se tiene que el proyecto se convierte en un servicio. Al trabajar de esta forma, el alumnado de Secundaria ofrece un servicio de aprendizaje al de Primaria (Redondo-Corcobado, P., y Fuentes, J., 2020).

3.2.3. Recursos necesarios

La realización de este proyecto requiere de una serie de recursos tangibles e intangibles, los cuales permiten articular las actividades y facilitar la enseñanza a todos los grupos. Estos recursos vienen recogidos en la siguiente lista:

- Kit completo de Escornabot¹⁵, modelo Singularis 2.12 XDeSIG, que incluye:
 - Placa Arduino Nano.
 - Soporte base de la placa con sus correspondientes servomecanismos.
 - Cableado para poder realizar la conexión entre la placa y los servomecanismos.



Imágenes 5 y 6. Escornabot modelo Singularis 2.12 XDeSIG, y placa Arduino Nano

- Impresora 3D de cama fría lacada, con espátula para la recogida de piezas (el centro ya dispone de una, pero también se puede solicitar a los proveedores de Escornabot).



Imagen 7. Ejemplo de impresora 3D para conformado de piezas

- Resina biodegradable ABS para su uso como material de impresión de piezas mecánicas.
- Ordenadores de sobremesa con acceso a Internet y la aplicación SketchUp, con los que poder realizar el diseño de piezas en 3D y exportarlo a la impresora 3D.

¹⁵ Todos los detalles de los componentes se pueden consultar en el siguiente enlace:
<https://catedu.github.io/escornabots-curso/chapter1.html> (2021, 21 de junio)

- Ordenadores portátiles tipo tablet, modelo Chromebook, que permitan realizar las tareas de programación y puesta a punto de los robots en el taller en tiempo real.
- Conjunto de manuales de instrucciones y recursos facilitados desde el proyecto Escornabot, que permitan tanto a alumnado como a profesorado conocer el funcionamiento de todos los materiales ajenos al centro.
- Herramientas de taller varias, con las cuales se pueda facilitar la manipulación y el acabado de piezas mecánicas, así como otros elementos adicionales a utilizar en las aulas.
- Plantillas de papel y/o cartulina impresas, sobre las cuales se vayan a realizar las actividades de aprendizaje de matemáticas y lógica espacial del aula de Primaria, así como los dispositivos y materiales para su confección.

3.2.4. Sesiones y actividades

Según se ha comentado en el planteamiento, se pretende dividir el proyecto completo en una serie de sesiones secuenciales en las que se pueda obtener el producto final y realizar las actividades de robótica subsecuentes. A continuación, se expone en qué consiste cada una de las fases del proyecto:

- Sesiones 1 a 3, fase de diseño: Los planos de los prototipos y modelos Escornabot han sido facilitados al profesorado durante las sesiones docentes, y con ellos de referencia, se puede realizar el dibujo de las piezas no incluidas en los modelos entregados. Estos dibujos en 3D se realizan con el programa SketchUp, que dispone de opciones de conversión a formatos de archivo compatibles con impresión 3D. Aquí, el alumnado de Secundaria aplica y mejora sus conocimientos de dibujo técnico de forma autónoma pero con ayuda del docente correspondiente.
- Sesiones 4 y 5, fase de impresión: Una vez se han recopilado todos los diseños realizados por el alumnado de Secundaria, se dedican dos sesiones a su exportación y conformado en impresora 3D. Debido a que el proceso de impresión 3D lleva mucho tiempo, se plantea la posibilidad, en función de lo avanzado que esté el trabajo de cada grupo, de comenzar las impresiones en sesiones anteriores, o hacer que el profesorado continúe con las impresiones de las piezas ya diseñadas.
- Sesión 6, fase de montaje mecánico: En este punto, todos los modelos de Escornabot deben tener las piezas mecánicas impresas. De acuerdo con las

instrucciones facilitadas, cada grupo de trabajo ha de acoplar sus piezas al bastidor del Escornabot que les corresponde.

- Sesiones 7 y 8, fase de montaje eléctrico: Aunque estas sesiones también pueden considerarse como parte del montaje de la sesión anterior, en ellas se indaga en el montaje del cableado y las conexiones eléctricas de cada Escornabot. Se comprueba que los servomecanismos respondan correctamente, y con ello, que las piezas móviles del robot funcionen correctamente.
- Sesión 9, fase de terminación del montaje: Esta sesión sirve de recopilación del trabajo realizado hasta ahora, revisión de aquellos elementos que no hayan cumplido con lo previsto a alcanzar, y finalización del trabajo que haya podido quedar atrasado.
- Sesiones 10 y 11, fase de programación de los robots: Una vez se ha confirmado que los robots han quedado mecánicamente funcionales, se procede a programar su rutina de funcionamiento con el software facilitado por el proyecto Escornabot. Este código creado para la ocasión ha de ser testeado, tanto mediante compilación como mediante pruebas básicas de movimiento en la manipulación de los robots.

Con estas actividades, concluyen las tareas englobadas en los contenidos curriculares de la asignatura de Tecnología de 4º de ESO. No obstante, se reservan 5 sesiones adicionales para que trabaje el alumnado de Primaria, distribuidas de la siguiente forma:

- Sesiones 12 y 13, fase de preparación de talleres de robótica: Después de la construcción y programación de los robots, queda pendiente impartir las clases de iniciación a la robótica de los discentes de Primaria. Por un lado, los alumnos de Primaria han de preparar las plantillas con las que van a realizar las actividades finales, siguiendo las indicaciones de su tutor o tutora. El grupo de Secundaria, por su parte, puede realizar por su cuenta pruebas adicionales de puesta a punto de los dispositivos, y si el cuerpo docente lo viese necesario, pueden asistir también en la realización de las plantillas.
- Sesiones 14 a 16, fase final de aprendizaje-enseñanza: De forma previamente acordada y convenida con los responsables de Educación Primaria del centro, el docente de Tecnología y su alumnado asiste al aula de Primaria, donde se enseñará a los más jóvenes en qué consiste un robot y cómo funciona. Para la práctica, se usarán los Escornabots fabricados sobre las plantillas preparadas, de forma que los alumnos de Primaria pueden manipularlos siguiendo una serie de normas y

ejercicios. Con ellos, se entrenan sus capacidades matemáticas, lógicas, y de orientación espacial.

3.2.5. Resumen de sesiones y calendarización

A continuación, se muestra la distribución en el tiempo de las sesiones explicadas arriba.

Tabla 1. Temporalización de las actividades programadas

| Nº SESIÓN | FECHA | ACTIVIDAD |
|-----------|--------------|-------------------------|
| 1 | L 13/12/2021 | |
| 2 | X 15/12/2021 | Fase de diseño |
| 3 | L 20/12/2021 | |
| 4 | X 22/12/2021 | |
| 5 | L 10/01/2022 | Fase de impresión |
| 6 | X 12/01/2022 | Montaje mecánico |
| 7 | L 17/01/2022 | |
| 8 | X 19/01/2022 | Montaje eléctrico |
| 9 | L 24/01/2021 | Terminación del montaje |
| 10 | X 26/01/2022 | |
| 11 | L 31/01/2022 | Programación del robot |
| 12 | X 02/02/2022 | |
| 13 | X 09/02/2022 | Preparación de talleres |
| 14 | X 16/02/2022 | |
| 15 | X 23/02/2022 | Clases en Primaria |
| 16 | X 02/03/2022 | |

Tal y como ya se ha comentado, las sesiones de trabajo de fabricación de los robots y realización de las actividades con el alumnado de Primaria se buscan llevar a cabo desde el comienzo del 2º Trimestre. El Calendario Escolar correspondiente al curso 2021-2022 se encuentra adjunto en el Anexo 1 de este documento.

3.2.6. Agrupamientos

Como ya se ha mencionado en el contexto del proyecto, las actividades aúnan al alumnado de Tecnología de 4º de ESO y al de 1º y 2º de Primaria. Los estudiantes de

Primaria pueden, durante las sesiones finales, realizar sus tareas de forma individual o colectiva, según favorezca más a las dinámicas habituales del aula. Los discentes de Secundaria, no obstante, habrán de distribuirse en grupos de 3 personas para trabajar de forma cooperativa y poder cubrir todas las tareas a realizar, con retroalimentación mutua.

3.2.7. Resultados esperados

El aprendizaje que se busca alcanzar en este programa cubre diversos hitos, tanto tangibles como intangibles. En su forma más básica, por el hecho de que se aplica un aprendizaje por proyectos centrado en la consecución de un producto, el resultado principal tiene que ser la fabricación completa y correcta de dicho producto: es Escornabot.

En cuanto a la orientación de este proyecto y su aplicación a las clases de Educación Primaria, se esperan los siguientes resultados cualitativos:

- Que, mediante el aprendizaje con robótica, el alumnado de Primaria sea capaz de aprender nuevos conceptos de matemáticas y lógica, y/o reforzar los ya obtenidos en clases anteriores.
- Que dicho alumnado haya realizado esta actividad con actitud positiva y de forma satisfactoria.

3.2.8. Coordinación y seguimiento

El programa de aprendizaje con robótica cuenta con diversos actores. Mientras a unos se les pide realizar el trabajo meramente operacional, otros deben coordinar y asegurarse de que la realización de estas labores sigue el planteamiento marcado. El grueso de este seguimiento es realizado por el docente responsable del grupo de Tecnología de 4º de ESO, si bien puede contar también con la asistencia de otros compañeros de asignatura. Este docente ha de estar formado para la realización del proyecto, y debe ser capaz de resolver dudas y asistir a los problemas de montaje, ejecución y preparación que surjan en los diferentes grupos de trabajo. Asimismo, el profesor debe ser capaz de realizar un seguimiento de evaluación continua, a través de los instrumentos de evaluación que se desarrollan en el apartado siguiente. Se ha de tener en cuenta también que la labor de los discentes, si bien no tiene por qué ser de forma estricta, se ciña a la temporalización ya marcada.

Si bien el docente de Tecnología es el principal responsable, no toda la necesidad de seguimiento recae sobre él. La forma de interacción del alumnado de Primaria y los resultados que se obtienen también deben ser supervisados. Esta tarea ha de recaer sobre

los maestros de Educación Primaria encargados de los grupos que corresponden. En cuanto a la labor de los mismos docentes, el personal del centro, principalmente el COFO, ha de poder constatar que el profesorado involucrado está capacitado para la realización de las tareas de organización. En menor medida, el mismo alumnado de los niveles de enseñanza implicados tiene también a su disposición canales de opinión y evaluación de la labor docente.

3.3. Instrumentos de evaluación

3.3.1. De los aprendizajes del alumnado

Más allá del objetivo inmediato de fabricación del Escornabot, lo más importante es la evaluación del aprendizaje alcanzado por el alumnado. Como cuestión principal, habrá que centrarse en los discentes de Tecnología de 4º de ESO, puesto que son los protagonistas tanto de la actividad como del aprendizaje. Los contenidos curriculares que se cubren con esta actividad son los correspondientes al bloque de contenidos de robótica. Los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables, extraídos de la documentación oficial, se exponen en el Anexo 2 de este documento.

Debido a todas las cuestiones cualitativas que trascienden la calificación de conocimientos teóricos y prácticos, se considera que el mejor instrumento de evaluación en este contexto es una rúbrica con los ítems principales que reflejan los logros de los diferentes grupos y los miembros que los componen. La rúbrica completa se encuentra en el Anexo 3 de este documento, y a continuación se explica en qué consiste cada uno de dichos ítems:

- Integridad electro-mecánica del producto: El aspecto más importante a tener en cuenta desde el punto de vista técnico. Cubre la adecuación de las piezas fabricadas a las especificaciones facilitadas, así como el correcto movimiento del robot determinado por su configuración mecánica y eléctrica.

Su calificación tiene un peso específico del 30% sobre el total.

- Calidad del código utilizado: Este ítem permite evaluar lo correcto que es el programa cargado al robot respecto de las especificaciones que se solicitan. Se valora positivamente que se introduzcan modificaciones que mejoren sus prestaciones, siempre que no sea en detrimento de su función principal.

Tiene un peso específico del 15%.

- Trabajo en grupo: El grupo de discentes debe ser capaz de coordinarse correctamente, sin que se den en la medida de lo posible, las siguientes irregularidades: mal reparto del trabajo diario, conflictos por la realización de tareas específicas, e instancias de incumplimiento de las normas de seguridad en el taller.

Este ítem tiene un peso específico del 15% sobre la nota total.

- Ajuste a la temporalización marcada: En este ítem se evalúa que cada grupo de alumnos se adhiera correctamente al calendario planteado. No se tendrán en cuenta de forma negativa aquellas desviaciones derivadas de causas ajenas al trabajo del grupo.

Este ítem tiene un peso específico del 10%.

- Actitud hacia la materia: Se valora positivamente, durante la ejecución de las tareas y el trabajo en taller, la predisposición a ayudar a los demás, la curiosidad por conocer las cuestiones teórico-prácticas relacionadas con la materia, y la intervención con docente y compañeros para la resolución de dudas.

Este ítem tiene un peso específico del 10% sobre el total.

- Participación en las sesiones de Primaria: Durante las sesiones finales, se espera del alumnado de Secundaria que intervenga proactivamente en la explicación del robot y su funcionamiento, así como en la orientación de sus compañeros de Primaria, sin coartar su iniciativa. Se valora positivamente que se utilice lenguaje técnico y sencillo de forma simultánea, y que la expresión oral sea correcta.

Este ítem cuenta con un peso del 20% respecto del total.

En cuanto a los alumnos y alumnas de 1º y 2º de Primaria implicados en el proyecto, las actividades realizadas son mucho más sencillas y más limitadas en el tiempo y en las competencias. Debido a que gran parte de la actividad se ha desarrollado con una orientación hacia los discentes de Secundaria, se deja a los maestros correspondientes la potestad de evaluar los resultados obtenidos por su alumnado y los procedimientos que se han llevado a cabo.

3.3.2. De la práctica docente

Debido a que la principal responsabilidad y actuación de este proyecto recae en el cuerpo docente, puede hacerse complicada la evaluación de su desempeño. No obstante, se puede aprovechar la implicación del alumnado de 4º de ESO para que la práctica docente

pueda ser convenientemente evaluada. Como instrumento específico de evaluación, se facilitará a los discentes un formulario de Google, en el cual pueden tanto cuantificar los aspectos más importantes identificados en la labor del profesor, como dar su opinión personal en el apartado de observaciones.

Cada ítem de la encuesta se gradúa en una escala del 1 al 5, en la que el 1 indica total desacuerdo con la afirmación indicada, y el 5 indica exactitud total respecto de dicha afirmación. Las afirmaciones correspondientes a cada ítem son las siguientes:

1. El docente cumple con los horarios de clase.
2. Las clases del docente se ajustan a la programación de la asignatura.
3. El docente indicó con claridad los criterios de calificación a principio de curso.
4. El docente consideró adecuados los criterios de evaluación.
5. El docente prepara, organiza y estructura de forma adecuada sus clases.
6. El docente fomenta la participación del alumnado.
7. El docente proporciona los materiales de estudio adecuados.
8. El docente consigue despertar el interés por la asignatura.

| | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| El profesor o la profesora: | | | | | |
| 1. Cumple con los horarios de clase: | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Nada de acuerdo | <input type="radio"/> Totalmente de acuerdo |
| 2. Sus clases se ajustan a la programación de la asignatura | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Nada de acuerdo | <input type="radio"/> Totalmente de acuerdo |
| 3. Indicó con claridad los criterios de calificación a principio de curso: | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Nada de acuerdo | <input type="radio"/> Totalmente de acuerdo |

Imagen 8. Extracto del formulario de evaluación docente.

3.3.3. De la puesta en marcha del proyecto

A la hora de evaluar la puesta en marcha del proyecto, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Número de docentes implicados en el mismo. Esto se puede medir por parte del COFO, simplemente por el número de docentes que se apuntan al seminario de formación.
- Hoja de seguimiento, confeccionada por el docente de Secundaria responsable de la organización, en la que se contrastan las diferencias entre cómo se ha ejecutado el proyecto, en formas y temporalización, respecto de cómo está planteado en este documento.

3.4. Presupuesto

Una de las grandes ventajas de este proyecto, tal y como está planteado, es que no requiere prácticamente de ninguna clase de inversión a priori. El CPI La Jota dispone actualmente de todo el material de trabajo no directamente relacionado con el proyecto Escornabot, y todos aquellos elementos de los que necesita proveerse (tales como el kit Escornabot) son parte de un programa de hardware y software libre. Esto es, una vez que se consigue la aprobación para la colaboración con los responsables del proyecto Escornabot, todo material que está justificado para su uso y se manipula responsablemente está libre de coste.

4. SOSTENIBILIDAD Y TRANSFERENCIA

4. SOSTENIBILIDAD Y TRANSFERENCIA

En los apartados anteriores, se ha explicado en qué va a consistir el proyecto de innovación, así como los instrumentos que se van a utilizar para medir su eficacia y satisfacción respecto de lo esperado. Como es el caso de todos los proyectos de innovación, es importante también plantear cómo se va a asegurar su continuidad en el tiempo, en caso de que el resultado sea satisfactorio y se contraste su viabilidad.

4.1. Mecanismos previstos para la inclusión en el Proyecto Educativo del Centro

Una característica notable de las actividades que se ha planteado es que, en lo que afecta al alumnado, se tiene que incluir su trabajo dentro del devenir natural de la clase y de lo planteado en la Programación Didáctica. Para ello, se deben reformar las Unidades Didácticas de Electrónica y Robótica con suficiente antelación (a principio de curso), y para ello, contar con la aprobación de los órganos de gobierno del centro. Los resultados que se obtengan de los instrumentos de evaluación del proyecto se compartirán también con dichos órganos de gobierno, para así poder argüir la conveniencia de continuar o abandonarlo, en función de si se han alcanzado o no los objetivos.

4.2. Participación e impacto en los distintos sectores de la comunidad educativa

La coordinación de los diferentes estamentos del centro es importante para la viabilidad del proyecto. Como se ha comentado ya anteriormente, los principales actores implicados son los discentes de Tecnología de 4º de ESO, los de 1º y 2º de Primaria, y sus tutores correspondientes. El aprendizaje por proyectos, por norma general, suele estar autocontenido en el ámbito del aula o el taller, pero en este caso, se presenta al alumnado de Primaria una actividad transversal en cuanto a aprendizaje y participación, por lo que es importante promocionarla dentro y fuera del centro. Para ello, se ha de recurrir a los canales de comunicación oficiales (correo electrónico, redes sociales, documentos compartidos de Google) del CPI La Jota, para que quede constancia a las familias de los alumnos y al personal colaborador del centro. La difusión del proyecto será llevada a cabo por el COFO.

4.3. Difusión prevista de la experiencia y de los resultados

Los resultados de la ejecución del proyecto en todos los ámbitos (orientados a discente, docente y contenido o actividad) deberán ser recopilados por el profesorado implicado. Una vez se tengan todos los mecanismos armonizados y resultados recogidos, habrá que compartirlos con los órganos de gobierno del centro. Para favorecer la continuidad, resulta conveniente también, mediante correos, videoconferencias y redes sociales, compartir los resultados con los agentes externos implicados en el proyecto, así como a las familias de estudiantes. Esto último favorece la posibilidad de continuidad en caso de haberse obtenido resultados positivos, que reflejan un aprendizaje significativo y un buen funcionamiento de la organización del cuerpo docente.

5. CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

5. CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

El ejercicio de la enseñanza de Tecnología supone un reto en relación con el mundo cambiante en el que vivimos. Desde el punto de vista docente, existe una ventaja, y es que esta asignatura tiene buena sinergia con la aplicación de metodologías alternativas, gracias a su importante componente práctico. A lo largo de los últimos años, se han llevado a cabo proyectos usados para el aprendizaje, y aprendizaje usado para proyectos. La existencia de programas escolares y extraescolares, como el proyecto RetoTech, manifiesta esta realidad.

Es todavía un poco precipitado, sin poder llevar a la práctica las actividades planteadas en este documento, confirmar que su aplicación sea un éxito, pero el trabajo del cuerpo docente del CPI La Jota, combinado con los años de experiencia que lleva aplicado el proyecto Escornabot en diferentes lugares de España, lleva a pensar que se pueden obtener resultados positivos en la ejecución de lo planteado aquí. Si los resultados cumplen con lo esperado, se puede cambiar a mejor la forma que existe de impartir la asignatura de Tecnología, y con ello, abrir las puertas al uso de metodologías alternativas en diferentes niveles de la enseñanza, con procedimientos de trabajo basados en la cooperación y la colaboración frente a otros más individualistas y competitivos.

Este Trabajo de Fin de Máster busca servir de guía, o cuanto menos de inspiración, para la implantación de programas de robótica en el aula, tanto a niveles básicos como a niveles superiores de enseñanza. El respaldo que ha obtenido durante estos últimos años por parte de las Administraciones Públicas permite, al menos sobre el papel, dotar a cada Centro Educativo de una serie de recursos que permite la implantación de la robótica educativa a su nivel más básico. Gracias a programas de software libre como el Proyecto Escornabot, es posible extender este tipo de dotaciones a diferentes niveles de la enseñanza sin que las restricciones de presupuesto supongan un gran obstáculo. Una organización escolar lo suficientemente robusta y un planteamiento de contenidos como el propuesto son compatibles con el desarrollo de este proyecto de innovación educativa. El único obstáculo para su implantación es el del trabajo personal de cada cuerpo docente que intente asumirlo, y de las percepciones propias que se tiene sobre dicho trabajo, tal y como se plantean en el apartado de Sostenibilidad y Transferencia.

A través del Máster del Profesorado, aquéllos que son partícipes de él tienen la oportunidad de aprender los diferentes mecanismos, elementos y procedimientos que permiten conocer tanto la labor de la enseñanza como su organización interna a diferentes

niveles. Este Trabajo de Fin de Máster contiene información fundamental que de otro modo no se pueden considerar de conocimiento general para las personas que se dedican a la docencia de forma particular y no reglada. Las nociones correspondientes a metodologías educativas, el conocimiento de la Normativa Didáctica del Gobierno de Aragón, y la construcción e interpretación de Unidades Didácticas, con todos sus elementos relacionados, ayuda enormemente al planteamiento del tipo de actividades de innovación educativa necesarias para la mejora de la calidad de la enseñanza. Este hecho se cumple tanto en el modo de desarrollarlas como en la temporalización de cada una de las acciones y de los hitos. Por último pero no menos importante, no hay que olvidar la importancia capital del Practicum y el conocimiento que aporta, a nivel operativo y administrativo, del funcionamiento de los Centros Públicos del sistema de escolarización de la Comunidad Autónoma de Aragón, que a su vez posee elementos comunes al resto del territorio español. Esta última cuestión ha permitido tomar y adaptar, para este trabajo, metodologías y procedimientos utilizados en otras regiones, y existe la posibilidad de que, en caso de que esta propuesta llegue a buen puerto, se pueda establecer reciprocidad.

En última instancia, hay determinadas cuestiones acerca de este Proyecto de Fin de Máster sobre las que se pueden trabajar en el futuro. En primer lugar, la puesta en marcha de las actividades requiere de la formación complementaria del profesorado implicado. Esto puede llevar a divergencias en la capacidad de cada centro para la implantación de este proyecto, ya que no todo el profesorado, incluso el de Tecnología, está familiarizado con el uso de la robótica, dentro o fuera del ámbito educativo. Asimismo, es necesario que cada centro estudie las capacidades propias de adaptar la robótica educativa a su propio modo. Las actividades presentadas en este documento están centradas en el conocimiento propio de la casuística específica de un CPI concreto, y la universalización de esta propuesta requiere de adaptaciones en cuestiones como el modelo de centro, los recursos específicos de cada uno de ellos, los actores que pueden implicarse en cada proyecto particular, y la normativa e idiosincrasia propia de cada Comunidad Autónoma.

Todas estas cuestiones llevan a un punto fundamental que la escuela nunca debe perder de vista. Hay que adaptar las prácticas, Tecnologías y fenómenos sociales que se dan en nuestra sociedad actual, siempre sin descuidar el componente ético y moral, e incorporarlas en los procesos de enseñanza.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro Rojas, M. D. y Acuña Zúñiga, A. L. (2012). Propuesta comunitaria con robótica educativa, valoración y resultados de aprendizaje. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 91-119.
- Freedman, A. (1996). *Diccionario de computación* (7 ed.). McGraw - Hill.
- González Fernández M. O. et al. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(2).
- González, M.R. y Marín, V.I. (2016). Análisis de herramientas educativas para aprender a programar. En Roig-Vila, R. (Ed.). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 1670-1681).
- Jormanainen, I. et al. (2007). A Framework for Research on Technology-Enhanced Special Education. *Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*.
- López Escribano, C. y Sánchez Montoya, R. (2012). Scratch y Necesidades Educativas Especiales: Programación para todos. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 34, 1-14.
- López Ramírez, P.A. y Andrade Sosa, H. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación*, 37(1), 43-63.
- Medina Payán, M.C. (2019). La robótica en la educación. *Almoraima. Revista de Estudios Campogibraltareños*, 51, 217-222.
- Napal Fraile, M. y Zudaire Ripa, M.I. (2019). *STEM: La enseñanza de las ciencias en la actualidad*. Dextra.
- Ocaña Rebollo, G. (2012). Robótica como asignatura en Enseñanza Secundaria. Resultados de una experiencia educativa. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 5(10), 56-64.
- Pradas Montilla, S. (2017). La NeuroTecnología Educativa. Claves del uso de la Tecnología en el proceso de aprendizaje. *Revista electrónica de investigación Docencia Creativa*, 6(2), 40-47.
- Raz, T. (1989). Graphics robot simulator for teaching introductory robotics Education. *IEEE Transactions on Education*, 32(2), 153-159

Redondo-Corcobado, P., y Fuentes, J.L. (2020). La investigación sobre el Aprendizaje-Servicio en la producción científica española: una revisión sistemática. *Revista Complutense de Educación*, 31(1), 69-82.

Roig-Vila, R. (2016). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. Octaedro.

Ruiz-Velasco Sánchez, E. (2007). *Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la Tecnología*. Ediciones Díaz de Santos.

Sánchez Sánchez, T. et al. (2020). Influencia de la robótica educativa en la motivación y el trabajo cooperativo en Educación Primaria: un estudio de caso. *International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(2), 141-152.

Vázquez Cano, E. (2012). Simulación robótica con herramientas 2.0 para el desarrollo de competencias básicas en ESO. Un estudio de casos. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 48-73.

Vega-Moreno, D. et al. (2016). Aprendizaje por proyectos usando robots de bajo coste. En Gómez Galán, J. et al. (Eds.), *Instructional Strategies in Teacher Training* (pp. 148-157). UMET Press, Universidad Metropolitana, Sistema Universitario Ana G. Méndez, San Juan, PR.

AECOC Asociación de Fabricantes y Distribuidores. *Estos son los trabajos que serán reemplazados por robots*. <https://www.aecoc.es/innovation-hub-noticias/estos-son-los-trabajos-que-seran-reemplazados-por-robots/>

Anónimo (2020, 26 de mayo). La robótica generará nuevos empleos después de la pandemia, *IT Trends*. <https://www.ittrends.es/infraestructura/2020/05/la-robotica-generara-nuevos-empleos-despues-de-la-pandemia>

Anónimo (2021, 21 de junio). El proyecto “Atrapa coches peligrosos” se alza con el RetoTech de Fundación Endesa. *Aragón Digital*. <https://www.aragondigital.es/2021/06/21/el-proyecto-atrapa-coches-peligrosos-se-alza-con-el-retotech-de-fundacion-endesa/>

Campmany, A. (2020, 20 de febrero). La revolución robótica creará 58 millones de nuevos empleos en los próximos cinco años, *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/economia/20200220/473488327345/revolucion-robotica-58-millones-nuevos-empleos-proximos-cinco-anos-brl.html>

6. Referencias bibliográficas

De Haro, J.L. (2017, 10 de octubre). La inteligencia artificial y la automatización eliminarán hasta 10 millones de empleos en EEUU, *El Economista*. <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/8663833/10/17/La-inteligencia-artificial-y-la-automatizacion-eliminaran-hasta-10-millones-de-empleos-en-EEUU.html>

Ernst & Young (2019). El desafío de las vocaciones STEM: por qué los jóvenes españoles descartan los estudios de ciencia y Tecnología. <https://www.clubexcelencia.org/conocimiento/plataforma-de-conocimiento/estudio-el-desafio-de-las-vocaciones-stem>

ANEXOS

Anexo 1. Calendario Escolar del Curso 2021-2022 en la Comunidad Autónoma de Aragón

| Calendario escolar 2021-2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----|----|---------|----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Septiembre | | | Octubre | | | Noviembre | | | Diciembre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | M | X | J | V | S | D | L | M | X | J | V | S | D | L | M | X | J | V | S | D | L | M | X | J | V | S | D | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | |
| 27 | 28 | 29 | 30 | | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | 29 | 30 | | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | | | | | | |
| Enero 2022 | | | Febrero | | | Marzo | | | Abril | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | M | X | J | V | S | D | L | M | X | J | V | S | D | L | M | X | J | V | S | D | L | M | X | J | V | S | D | | |
| | | | 1 | 2 | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 1 | 2 | 3 | | | | | | |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | | |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 28 | | 29 | 30 | 31 | | | 28 | 29 | 30 | 31 | | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mayo | | | Junio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | M | X | J | V | S | D | L | M | X | J | V | S | D | L | M | X | J | V | S | D | L | M | X | J | V | S | D | | |
| | | | 1 | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | | | | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | | |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 26 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 21 | 28 | 29 | 30 | | | | 21 | 28 | 29 | 30 | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Inicio del curso:

- Educación Infantil, Educación Primaria y Especial, ESO y adultos
- Bachillerato
- Formación Profesional

Fin de curso:

- Formación Profesional
- Resto de enseñanzas

Festivos:

- Nacional
- Provincia de Zaragoza
- Provincias de Huesca y Teruel
- Navidad
- Semana Santa

Anexo 2. Bloque de contenidos de Tecnología de 4º de ESO, con sus Criterios de Evaluación y Estándares de Aprendizaje Evaluables

| TECNOLOGÍA | CURSO 4º | |
|---|---------------------------|---|
| BLOQUE 4: Control y robótica | | |
| CONTENIDOS: | | |
| <p>Sistemas automáticos, componentes característicos de dispositivos de control.</p> <p>Diseño y construcción de robots. Grados de libertad. Características técnicas.</p> <p>El ordenador como elemento de programación y control. Lenguajes básicos de programación. Aplicación de tarjetas controladoras en la experimentación con prototipos diseñados.</p> | | |
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN | COMPETENCIAS CLAVE | ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES |
| Crit.TC.4.1. Analizar sistemas automáticos, describir sus componentes. | CCL - CMCT | Est.TC.4.1.1. Analiza el funcionamiento de automatismos en diferentes dispositivos técnicos habituales, diferenciando entre lazo abierto y cerrado y describe los distintos componentes tanto en lazo abierto como cerrado. |
| Crit.TC.4.2. Montar automatismos sencillos. | CMCT | Est.TC.4.2.1. Representa automatismos sencillos. |
| Crit.TC.4.3. Desarrollar un programa para controlar un sistema automático o un robot que funcione de forma autónoma en función de la realimentación que recibe del entorno. | CMCT-CD-CAA | Est.TC.4.3.1. Desarrolla un programa para controlar un sistema automático o un robot que funcione de forma autónoma en función de la realimentación que recibe del entorno. |

Anexo 3. Rúbrica de evaluación de la actividad de fabricación y experimentación de Escornabot dirigida al alumnado de Tecnología de 4º de ESO

| Ítems evaluables | Excelente | Adecuado | Mejorable | Deficiente |
|---|---|--|--|---|
| Integridad electro-mecánica del producto (30%) | Las piezas tienen las formas y medidas adecuadas, la circuitería responde siempre, y no se producen errores en el movimiento. | Algunas piezas difieren ligeramente en forma o dimensión, o se producen pequeñas desviaciones en el movimiento, pero funciona correctamente. | El robot funciona, pero tiene errores subsanables en cuanto a conexiones eléctricas y calibración de movimiento por fallos eléctricos y/o mecánicos. | El robot no está correctamente diseñado y construido, y por lo tanto no puede usarse para las actividades del aula de Primaria. |
| Calidad del código utilizado (15%) | El programa hace que el robot responda perfectamente a los comandos usados, e incluye prestaciones adicionales. | El programa hace que el robot responda perfectamente a los comandos usados. | El programa tiene fallos en el código y no responde correctamente a todos los comandos. | El código no cumple con las especificaciones solicitadas, o no ha sido compilado y cargado en el robot de forma correcta. |
| Trabajo en grupo (15%) | Los miembros del grupo se distribuyen las tareas de forma equilibrada, ayudándose sin interponerse entre ellos. | Los miembros del grupo se distribuyen las tareas, pero sin que se perciba suficiente rotación en sus roles específicos. | Se presentan desequilibrios en la distribución de las tareas, con algunos roces que dificultan la coordinación. | El miembro del grupo evaluado imposibilita la cooperación y/o rehúsa a colaborar con sus compañeros. |
| Ajuste a la temporalización marcada (10%) | El grupo de trabajo se ajusta perfectamente a realizar cada tarea en la sesión asignada. | Existen desviaciones en determinados hitos y entregas a lo largo del proyecto, pero se tiene el resultado final a tiempo. | Las desviaciones complican el trabajo del grupo y hacen que vayan constantemente a rémora, con algunos detalles menores fuera de tiempo. | El grupo no ha sido capaz de completar el trabajo a tiempo para la realización de las clases en Primaria. |

| Ítems evaluables | Excelente | Adecuado | Mejorable | Deficiente |
|--|---|---|--|--|
| Actitud hacia la materia (10%) | El discente se muestra colaborador en todo momento, pregunta dudas y ayuda tanto dentro como fuera de su grupo. | El discente ayuda de forma esporádica o muestra interés ocasional en cuestiones teórico-prácticas. | El discente muestra una actitud apática y cumple solamente con los mínimos necesarios en su trabajo de clase. | El discente muestra genuino desinterés en las tareas y resulta potencialmente disruptivo. |
| Participación en las sesiones de Primaria (20%) | El discente expresa las cuestiones de robótica con un buen dominio de la comunicación oral, resolviendo dudas y combinando lenguaje técnico con sencillo. Colaboración constante pero respetuosa en las actividades | El discente se expresa hacia el alumnado de Primaria de forma correcta, con algunos fallos aislados o un lenguaje no lo suficientemente inteligible. Colaboración correcta. | Al discente le cuesta comunicar las ideas a los alumnos, o bien no facilita todas las dudas y necesidades de aprendizaje del alumnado de Primaria. | El discente no quiere o no sabe expresarse, y no colabora con las actividades del aula de Primaria, dejando al alumnado desatendido. |