

# Diseño, construcción y programación de robots a partir de lenguajes visuales por bloques



Centro: IES Las Fuentes. Villena(Alicante)  
Coordinador: Vicente Sanz Ribera  
Modalidad: Individual  
Tipología: Proyecto de continuidad

## ÍNDICE.

1. Portada	
2. Proyecto	
2.1. Justificación .....	3
– Pertenencia	
– Concreción de los objetivos.	
2.2. Proyecto .....	7
– Marco teórico .....	7
– Originalidad .....	9
– Concreción de la metodología aplicada al proyecto .....	11
– Sostenibilidad .....	12
– Transferencia .....	12
– Participación .....	13
– Carácter inclusivo .....	13
– Plurilingüismo .....	14
2.3. Evaluación e impacto .....	15
– Indicadores y criterios de evaluación .....	15
– Instrumentos de evaluación .....	15
– Análisis de resultados (en el caso de proyectos de continuidad)..	16
– Impacto / propuestas de mejora .....	17
2.4. Conclusiones .....	19
2.5. Presupuesto .....	20

## 2.1. JUSTIFICACIÓN

4 años antes de que se comenzase con este proyecto, el Departamento de Tecnología del IES Las Fuentes venía llevando a cabo distintas experiencias educativas en el ámbito de la robótica que le han supuesto interesantes descubrimientos y logros con los que ha llegado a obtener importantes premios en concursos locales, provinciales y autonómicos. Entre ellos, cabe destacar los siguientes:

2014:

- Desafío Robot 2014 (Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia):  
15º, 39º y 53º clasificados en categoría LEGO

2015:

- Desafío Robot 2015 (Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia):  
1º, 8º y 9º clasificados categoría LEGO  
17º y 36º clasificados categoría LIBRE

2016:

- IV Concurso de Robótica EPSA (Univ de Valencia, Campus de Alcoy):  
2º, 5º, 9º y 11º clasificados categoría LEGO
- Desafío Robot 2016 (Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia):  
4º, 5º, 6º, 7º, 8º, y 10º clasificados categoría LEGO  
10º, 15º y 20º clasificados categoría LIBRE

2017:

- V Concurso de Robótica EPSA (Univ de Valencia, Campus de Alcoy):  
1er, 2º y 3er clasificado categoría LEGO Siguelíneas.
- Desafío Robot 2017 (Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia):  
1º, 11º, 15º y 37º clasificado categoría LEGO Persecución  
Finalista (3º) en categoría LIBRE Persecución  
7º, 12º y 21º clasificado en categoría LEGO SUMO
- VillenaBot I  
1º, 2º, 3º, 4º y 5º clasificado categoría LEGO Siguelíneas  
1er clasificado en categoría LIBRE Siguelíneas y Sumo.

Se llegó a un punto en el que, con los medios disponibles resultaba ya muy difícil seguir avanzando.

En concreto, los LEGO MindStorms RCX, con los que se había estado trabajado hasta ahora, no eran un material aconsejable por varios problemas: sin soporte de la empresa LEGO, información en Internet desapareciendo, casi inexistente, es decir, sin soporte de la comunidad, lenguajes de programación o sólo para Windows o textuales y poco atractivos, sin drivers para la torre de comunicación mediante infrarrojos para

programar el robot RCX a partir de Windows 7 32 bits, sin baterías recargables, por lo que necesitan usar 6 pilas AA, que suministren 9 voltios, lo cual obliga a gastar pilas alcalinas, algo ecológicamente menos sostenible que el uso de baterías recargables, etc...

Por lo que respectaba a las placas Arduino, permiten la programación tanto textual mediante su IDE, como gráfica con lenguajes como Visualino, BitBloq, Scratch for Arduino, etc. Pero, realizar prácticas con ellas no resultaba tan motivador como programar un robot móvil, las conexiones cableadas independientes para señal, alimentación, etc. provocan infinidad de fallos en el funcionamiento de los robots. A veces llegan incluso a dejar de funcionar o funcionan solo parte de sus componentes, etc..

Por ello, se decidió abrir una nueva línea de trabajo con robots de fácil montaje y lenguajes de programación visuales. Esto llevaba consigo, entre otras cosas:

- El aprendizaje en las asignaturas de Informática y Tecnología de lenguajes de programación basados en *Scratch*, como son *mBlock* y NEPO para LEGO EV3 (lenguaje basado, a su vez en *Blockly*). Una vez afianzados los conceptos básicos y necesarios se puede dar el salto a los lenguajes textuales como LEGO NQC (similar a C+) o lenguaje Arduino textual (basado en Processing).
- La construcción de robots que resuelvan una problemática planteada previamente, utilizando plataformas disponibles en el centro (mBot, Arduino, LEGO RCX o LEGO EV3), buscando piezas necesarias en repositorios y diseñando y añadiendo nuevas piezas mediante impresión 3D (aplicando, a su vez, los programas de diseño *Tinkercad* y *Freecad*).
- Creación de circuitos impresos para una fácil interconexión de los distintos módulos comerciales necesarios en cualquier robot (procesador, drivers, sensores,...) mediante otro tipo de programas como, por ejemplo, *Fritzing*.

Todo lo expuesto, claro está, suponía una inversión económica que ni los Departamentos de Informática o Tecnología, ni el propio instituto podían afrontar. Por ello, se decidió presentar este proyecto a la convocatoria de la Consellería para solicitar subvenciones y asignaciones económicas para desarrollar proyectos de investigación e innovación educativa.

Se pretendía operar un cambio que permitiese utilizar:

- Lenguajes robóticos de máxima actualidad y difusión (que además facilitarían que el alumnado acceda a través de Internet a una gran cantidad de nueva información –que después habrá que analizar y seleccionar adecuadamente-).
- Robots robustos y de fácil montaje que minimicen el tiempo dedicado a la interconexión de componentes, eliminen los problemas derivados del origen diverso de dichos componentes (baja compatibilidad, holguras mecánicas, malas conexiones eléctricas, etc.), permitan una mayor vida útil de los mismos y puedan afrontar con éxito nuevos retos en las competiciones dedicadas a ellos y motivar futuras investigaciones.

Ahora ha llegado el momento de **darle un nuevo impulso**. Se han conseguido buena parte de los objetivos propuestos: Aumentar el número de alumnado que participa activamente en el grupo de robótica y/o que realizan prácticas de programación y robótica a través de la incorporación de materiales atractivos y lenguajes de fácil aprendizaje en las asignaturas de tecnología e informática.

El objetivo que nos planteamos ahora es: consolidar estos avances y además mostrar al alumnado que la robótica tiene aplicación en todos los campos, con gran impacto en el artístico. Esto abriría la materia al alumnado que no tiene, de inicio, vocación STEM. Todavía detectamos un bajo porcentaje de alumnas. Igualmente, un gran porcentaje de alumnado considera que la programación y la robótica es una rama muy concreta de las STEM, y que por lo tanto sólo en ese itinerario es importante.

¿Cómo corregir esta situación?

Continuaremos utilizando como hilo conductor de todo nuestro trabajo los lenguajes de programación por bloques, pero ahora pretendemos que la robótica, además, se integre con disciplinas aparentemente no relacionadas: principalmente la vertiente artística, aprovechando también que nuestro centro imparte la modalidad de Bachillerato Artístico. Esto abrirá dicha disciplina al alumnado en general, así como continuar con las actividades planteadas desde el comienzo del proyecto, que nos han ayudado a mejorar en cuanto a resultados en competiciones, aprendizaje, grado de satisfacción del alumnado y número de alumnado implicado.

## **Objetivos**

- Familiarizar a todo el alumnado del centro de Secundaria Obligatoria y Bachillerato con la robótica.
- Concienciar al alumnado y resto de la comunidad educativa sobre el hecho de que los lenguajes de programación son lenguajes necesarios en el desarrollo de cualquier profesión, haciendo especial hincapié en la parte artística, como ejemplo de una rama aparentemente sin relación.
- Concienciar al alumnado y resto de la comunidad educativa para eliminar la brecha tecnológica entre sexos, facilitando el acceso a la programación y la robótica a ambos sexos, incluyendo actividades con una vertiente artística y/o de servicio a la sociedad (un porcentaje de alumnado se ve atraído hacia esta disciplina con competiciones de robótica educativa, pero esto no atrae a otro porcentaje de alumnado al que el espíritu competitivo no le mueve).
- Facilitar el aprendizaje de los paradigmas de los lenguajes de programación por parte del alumnado.
- Familiarizarse con el diseño y posterior fabricación con impresora 3D de piezas necesarias para la construcción de robots.
- Construir circuitos impresos que implementan la electrónica (actuadores, sensores y procesador) a los robots.
- Evaluar los progresos en robótica que se están consiguiendo en el centro.
- Asistir a charlas con expertos en las que se ilustre sobre la forma de mejorar los resultados obtenidos o sobre nuevas líneas de investigación e innovación.
- Participar en demostraciones o concursos que se celebren a nivel local, provincial o regional.
- Difundir los progresos que se vayan alcanzando a través de un blog insertado en la página web del centro, notas de prensa u otras aportaciones a los medios de comunicación.

- Establecer asociaciones estratégicas con otras personas que estén desarrollando proyectos similares para el intercambio de buenas prácticas o la realización de trabajos colaborativos.

## 2.2. PROYECTO

### - Marco teórico

Como novedad, se pretende este año introducir el tema de la robótica en la asignatura de **Proyecto Interdisciplinario** en diversos niveles educativos, dado que en el curso anterior esta asignatura contempló otro tema. En todos o algún nivel el proyecto consistirá en un teatro musical robótico, que implicará a los departamentos de Educación Plástica, Educación Física, Música, Informática y Tecnología, con apoyo de los departamentos lingüísticos.

Por otro lado, el currículo de TIC, Informática, Tecnología y Tecnología Industrial presenta bloques de contenidos directamente relacionados con los aspectos sobre los que queremos innovar: programación, robótica (incluyendo hardware, electrónica, mecánica...) y diseño y construcción de piezas para los robots o completamente utilizando modelado e impresión 3D y otros métodos.

Más concretamente:

En las asignaturas de **TIC e Informática** encontramos los siguientes bloques relacionados:

- 1º eso: Bloque 4: Introducción a la programación.
- 2º, 3º de eso: Bloque 3: Programación
- 1º bach: Bloque 5: Programación
- 2º bach: Bloque 1: Programación

En **Tecnología y Tecnología industrial** encontramos, dentro de los bloques indicados, contenidos relacionados con el diseño, construcción y programación de robots:

1º eso:

- Bloque 1: Resolución de problemas tecnológicos y comunicación técnica
  - Diseño de un prototipo que de solución a un problema técnico.
  - Uso de las TIC para colaborar y comunicarse
- Bloque 4: Tecnologías de la Información y la comunicación
  - Hardware: componentes de un ordenador, periféricos y sustitución de piezas básicas
  - Software: Tipos ,licencias y sistemas operativos
  - Valoración de los aspectos positivos de las TIC para la búsqueda y contraste de información.

2º eso:

- Bloque 1: Resolución de problemas tecnológicos y comunicación técnica.
  - Diseño de un prototipo que de solución a un problema técnico
  - Construcción de prototipos
  - Evaluación de prototipos construidos
  - Uso de las TIC para colaborar y comunicarse
- Bloque 3: Estructuras y mecanismos
  - Tipos de mecanismos
  - Transmisión y transformación de movimiento
  - Relación de transmisión.
  - Aplicación de los mecanismos integrados.
  - Magnitudes eléctricas: definición y elementos de medida.

El circuito eléctrico: ley de Ohm  
Simbología y diseño de circuitos eléctricos  
Bloque 4: Tecnologías de la Información y la comunicación  
Comunidades y aulas virtuales.  
Valoración de los aspectos positivos de las TIC para la búsqueda y contraste de información.  
Estrategias de filtrado en la búsqueda de información.

3º eso:

Bloque 1: Resolución de problemas tecnológicos y comunicación técnica.  
Diseño de un prototipo que de solución a un problema técnico  
Construcción de prototipos  
Evaluación de prototipos construidos  
Uso de la TIC para colaborar y comunicarse  
Bloque 2: Materiales de uso técnico  
Materiales de uso técnico: plásticos  
Técnicas de manipulación y mecanizado de los plásticos  
Manejo de máquinas y herramientas para trabajar los plásticos  
Bloque 3: Estructuras y mecanismos  
Aplicaciones de los mecanismos integrados  
Asociaciones básicas de generadores y receptores eléctricos  
Simulación de circuitos eléctricos  
Bloque 4: Tecnologías de la Información y la comunicación  
Software: instalación y configuración  
Valoración de los aspectos positivos de las TIC para la búsqueda y contraste de información  
Estrategias de filtrado en la búsqueda de información.

4º eso:

Bloque 1: Tecnologías de la Información y la comunicación  
Conceptos básicos de los lenguajes de programación  
Elaboración de programas informáticos  
Valoración de los aspectos positivos de las TIC para la búsqueda y contraste de información.  
Bloque 2: Instalaciones en viviendas  
Otras instalaciones: Domótica  
Bloque 3: Electrónica  
Circuitos impresos  
Electrónica analógica: componentes básicos y simbología  
Electrónica digital: componentes básicos y simbología  
Bloque 4: Control y robótica  
Robots: tipos, grados de libertad y características técnicas  
El ordenador como elemento de programación y control de sistemas robotizados  
Programación y aplicación de tarjetas controladoras en la experimentación  
Bloque 6: Tecnología y sociedad  
El desarrollo tecnológico a lo largo de la historia  
Adquisición de hábitos que potencien el desarrollo sostenible.

1º Bach:

Bloque 2: Introducción a la ciencia de los materiales  
Los materiales: propiedades, estructura interna y aplicaciones  
Plásticos y otros materiales



- Bloque 3: Máquinas y sistemas
  - Elementos mecánicos
  - Transmisión y transformación de movimientos.
  - Circuitos eléctricos-electrónicos
  - Simulación y diseño asistido por ordenador.
- Bloque 4: Procedimientos de fabricación
  - Fabricación de piezas por conformación, sin pérdida de material, mediante técnicas de fusión y moldeo.
  - Fabricación de piezas con pérdida de material mediante diferentes técnicas de mecanizado.
  - Impacto ambiental.

2º Bach:

- Bloque 3: Sistemas automáticos
  - Ciclos semiautomáticos y automáticos
  - Sistema automático: control por lazo abierto y lazo cerrado
  - Funcionamiento, diseño y simulación de sistemas automáticos
  - Elementos de mando control y potencia.
- Bloque 5: Control y programación de sistemas automáticos
  - Microprocesadores
  - Arquitectura básica
  - Aplicaciones de los microprocesadores: el microcontrolador y el autómatas programable

Visto la gran relación de la robótica en todos sus aspectos con las asignaturas de Tecnología e Informática, tiene sentido desarrollar conjuntamente, y bajo la metodología de Proyectos colaborativos nuestra propuesta. Se pretende así convertir la robótica, tanto en su variante de concurso como en su variante para resolver problemas cotidianos, en un eje vertebrador de ambas asignaturas, dando sentido útil e integral a los conocimientos y destrezas adquiridas en parte del currículo.

### **Originalidad. Actividades**

Tal como se ha comentado, el principal objetivo de este proyecto es ampliar el número de alumnado interesado en robótica y programación, por ser este un campo de máximo interés didáctico y mucho futuro.

Este aumento del interés se intentará provocar mediante actividades dirigidas al alumnado de nuestro centro y al alumnado de los centros de primaria adscritos a nuestro centro y otros centros de la ciudad.

El grueso de las actividades y su originalidad de inicio consiste en el cambio de los lenguajes de programación textuales hacia lenguajes de programación visuales por bloques, con la intención de aumentar el interés del alumnado en general de nuestro centro y que no se limite dicho interés a unos pocos alumnos y alumnas. Esto se consigue disponiendo de suficientes equipos robóticos e informáticos adaptados a esta forma de trabajar para dar servicio a todos los niveles educativos implicados.

Para aumentar aún más el número de participantes en el proyecto, y aumentar la paridad en el alumnado (aumentar el número de alumnas), creemos que se debe mantener el camino emprendido, pero además incorporar una actividad con mayor implantación multidisciplinaria, lo que reformula en parte el proyecto. La actividad, novedosa, elegida para este fin ha sido el **teatro musical robótico**, por la gran cantidad de Departamentos implicados (Tecnología, Informática, Educación Plástica,

Música, Educación Física), lo que creemos suscitará interés en alumnado que a priori no lo tendría en la robótica.

Se mantendrá en los 3 primeros cursos de la ESO la nueva metodología, compaginando el aprendizaje del lenguaje Scratch en Informática con la construcción y programación de robots.

En 1º eso:

- Se impartirá Scratch en Informática sobre la base de los robots mBot. Cuando la base sea suficiente, se avanzará en paralelo con la asignatura de Tecnología, compartiendo los conocimientos del alumnado de Informática al resto de compañeros, trabajando de forma cooperativa en grupo resolviendo retos motivadores.

- En la asignatura de Proyecto Interdisciplinario, se trabajará sobre la base del teatro musical robótico: contempla el guión, la música, las coreografías, la distribución temporal, la decoración, los elementos robóticos, efectos acústicos y luminosos, la estructura, etc.. El trabajo se realizará cooperativamente, en modalidad grupal grande, y apoyándose en el trabajo de otros grupos y otros niveles (música, educación física, volumen y dibujo artístico, etc..)

En 2º eso:

- Se continuará con la programación de los robots mBot añadiendo sensores cada vez más complejos, como por ejemplo sensores ultrasónicos o de infrarrojos.

- Se introducirá el diseño y la construcción de piezas de plástico mediante impresora 3D y plegadora de plásticos, buscando siempre su utilidad, principalmente en robótica (las piezas serán necesarias para que su robot pueda desarrollar determinadas tareas).

- En Proyecto Interdisciplinario, ídem a 1º eso.

En 3º eso:

- En caso de disponer de suficientes robots LEGO EV3, se usará este sistema, trabajando en grupo, aprendiendo a programarlos mediante NEPO, lenguaje similar a Scratch y por lo tanto familiar para los alumnos, que ya lo han trabajado en cursos anteriores, tanto en informática como en tecnología. Los robots EV3 permiten una mayor complejidad en los problemas a resolver. En caso de no disponer de un grupo completo, utilizaremos Arduino para robotizar maquetas con lenguajes como Visualino o Arduino Blocks.

- En Proyecto Interdisciplinario, ídem a 3º eso.

En 4º eso:

- Según nivel e interés de los alumnos se les dará a elegir:

- Continuar trabajando con LEGO EV3, elevando el nivel.

- Arduino con lenguaje visual aumentando la dificultad de los retos, incluyendo la construcción de la estructura del robot para acomodar electrónica y mecánica, utilizando los materiales y herramientas típicas del taller de tecnología, añadiendo el uso de plástico mediante impresora 3D y plegadora de plástico.

En 1º bach:

- Lo mismo que en 4º eso añadiendo dificultad y el trabajo con circuitos impresos.

- Colaborar con los niveles inferiores, ayudando a programar y construir, sobre todo a los compañeros de Proyecto Interdisciplinario.

En 2º bach:

- Lo mismo que en 1º de bach.

Por lo demás, para cualquier curso, y desde el primer año realizaremos asimismo estas otras actividades:

- Clases adicionales fuera del horario lectivo, eligiendo determinados recreos, determinadas horas tras la finalización de la jornada escolar (de 14:15 a 15:10 h) y determinadas tardes, con intención de avanzar a mayor ritmo en el aprendizaje de la robótica, preparar robots para concursos y buscar nuevos campos de interés (drones, humanoides, aplicaciones de la robótica a la mejora de la vida de las personas...)

- Se realizará un concurso interno de robótica, a finales de mayo o principios de junio, para las distintas variantes robóticas del centro: LEGO EV3, mBot, Arduino y LEGO RCX (estos últimos sólo para el grupo de robótica y alumnos de cursos superiores, los dos primeros para todo el alumnado). Las pruebas serán siguelíneas, sumo, laberinto, habilidad y exhibición de teatro musical robótico.

- Se dispone de un logotipo para el grupo de Robótica del centro, obtenido mediante concurso. Se tratará de crear una versión del logo tridimensional. Se intentará que esta actividad se realice en la modalidad de concurso.

- Se realizará una exhibición de robótica educativa y de concurso y de impresión 3D a los centros de infantil y primaria de referencia del centro y cercanos. Se han venido realizado en los centros de primaria, pero el aumento de material disponible para exponer nos obliga a volver a realizar dicha exhibición en nuestro centro por la dificultad de los desplazamientos. Se les mostrará una variedad de robots y pruebas. Se planteará la realización de pequeños talleres con algún grupo, intentando que sean los propios alumnos de Secundaria los que los realicen.

- Se buscará la coordinación con la Universidad Politécnica de Valencia y su grupo de robótica y mecatrónica del la EPSA de Alcoy (Gromep) para:

- Asistencia a charlas y talleres en el centro (humanoides,etc...) y en la localidad.

- Visita a sus instalaciones y sus avances en el campo de la robótica.

### **Concreción de la metodología aplicada al proyecto.**

A la hora de desarrollar este proyecto, lo primero que haremos todas las personas que participamos en él es llevar a cabo cuantas reuniones sean convenientes (en los recreos o en la hora que se puede dedicar semanalmente a tal efecto) para tratar cuantos asuntos se estimen oportunos y coordinarnos de cara a repartirnos y realizar nuestro trabajo de la mejor manera posible. Después, hemos considerado del todo aconsejable contar con el asesoramiento de personas expertas, como el alumnado y el profesorado de la Universidad Politécnica de Valencia (Campus de Alcoy) que todos los años viene a Villena a realizar alguna exhibición con sus robots y se ponen a nuestra disposición para ayudarnos en todo lo que se pueda. Luego, explicaremos a los grupos de alumnado de distintos niveles educativos de ESO y Bachillerato el conjunto de acciones que se van a desarrollar, comenzando por búsquedas guiadas de información en Internet, haciendo uso de las TIC. A partir de aquí, el alumnado, grupalmente, deberán construir, programar y evaluar robots que deberán responder a

una determinada demanda. Esta demanda consistirá en resolver un problema existente de tipo social, la creación de un teatro musical robótico o simplemente participar en una competición interna. En todos los casos se valorará positivamente la colaboración entre distintos grupos o equipos.

Por lo demás, se llevará a cabo un diario con todos los avances que se vayan consiguiendo y, partir del mismo, se configurará un blog (insertado en la página web del centro) y se ofrecerán notas de prensa o algún pequeño reportaje a los medios de comunicación.

### **Sostenibilidad. Viabilidad económica, técnica y perdurabilidad.**

Todos los recursos que se quieren adquirir si este proyecto de continuidad resulta subvencionado están presupuestados con el máximo detalle posible. Se trata de artículos que suministrarán proveedores de confianza que ofrecen garantía de calidad. Por lo demás, el proyecto en conjunto está concebido para tener una duración ilimitada ofreciendo resultados desde el primer momento y aumentándolos luego curso tras curso.

Con la subvención estamos consiguiendo:

- material que permitirán una mayor vida útil de dichos componentes, debido a la robustez de los materiales empleados (tanto LEGO EV3 como mBot tienen conectores tipo RJ que permiten la fácil conexión y desconexión sin deteriorar los conectores).
- material que tiene una alimentación mediante baterías recargables de última generación, lo que alarga su vida útil y por lo tanto preserva en mayor medida el medio ambiente al generar menos residuos que los sistemas actuales mediante pilas alcalinas AA desechables.
- material que utiliza software multiplataforma adaptado a Linux y por lo tanto funcional en Lliurex y a pesar de ser libre, está soportado por grandes empresas. En cualquier caso, existen varias posibilidades para cada sistema, lo que nos brinda una flexibilidad importante y la posibilidad de cambiar el software de programación en cualquier momento por otro que se considere más adecuado.
- materiales reutilizables en el caso del sistema Arduino (previsible en el teatro musical robótico). Lo que permitirá, curso tras curso, aprovechar dicho material reponiendo sólo aquello que se deteriore.

### **Transferencia: Exposición de Prácticas, Materiales y Llaves Educativas Susceptibles.**

Con el auge de la robótica y la programación como disciplinas de creciente interés y demanda laboral y la existencia de la asignatura optativa de Proyecto Interdisciplinario, mayor cantidad de centros iniciarán el camino que nosotros estamos recorriendo. La experiencia adquirida sobre nuestras actividades, objetivos, decisiones, errores, ... supondrán una buena base de conocimientos y materiales para otros centros.

En principio, todos los logros que se vayan alcanzando con este proyecto se exhibirán en el instituto (en la jornada de actividades extraescolares previa a las vacaciones de Navidad o en la que también se realiza al finalizar el segundo trimestre) y en los concursos a los que solemos acudir, como los que se celebran en el Campus de Alcoy de la Universidad Politécnica de Valencia, VillenaBot o en la Ciudad de las Artes y las Ciencias. También se mantendrá la realización de exhibiciones de robótica

educativa y de concurso para los centros de primaria de referencia del centro y cercanos, planteándoles qué pasos deberían seguir a fin de introducirse gradualmente en el mundo de la robótica y la programación (CodeStudio, Blockly Games, Scratch, OpenRobertaLab..).

Paralelamente, como ya se ha apuntado, el desarrollo de este proyecto continuará difundiéndose a través de un blog incluido en la página web del centro y mediante notas de prensa comunicando los logros obtenidos, para dar a conocer los resultados a toda la comunidad.

Finalmente, facilitaremos una memoria lo más exhaustiva posible, y nos pondremos a disposición de la Consellería para cuanto estime oportuno que podemos seguir aportando a la comunidad educativa a partir del desarrollo de este proyecto.

### **Participación.**

El espíritu del proyecto que aquí se presenta es el mismo que el que dio luz a los dos que le han precedido: proponer en nuestro centro una tarea educativa multidisciplinar que sirva para aunar las capacidades y el afán de superación de todas las personas que en él trabajamos, haciendo útiles todos los medios que tenemos a nuestra disposición y darlo a conocer a los cuatro vientos. Quiere esto decir, que este proyecto está concebido para que en él participe el profesorado de al menos los siguientes departamentos didácticos (Tecnología e Informática, pero también Plástica, Educación física y Música, incluso los departamentos lingüísticos) al introducir la creación de un teatro musical robótico). También el alumnado trabajará sobre el proyecto en las materias asociadas a dichos departamentos y en la asignatura de Proyecto Interdisciplinario, sobre todo en la actividad de Teatro Musical robótico, proponiendo aquí el trabajo cooperativo del alumnado. Para ello, se pondrán a disposición todos los recursos con los que cuenta el centro (aulas, salas de reuniones, equipos informáticos, impresora 3d, talleres, herramientas, materiales,...) y aquellos otros nuevos que se puedan conseguir a través de la ayuda de la Administración. Seguiremos contando con el apoyo de la Sede Universitaria en Villena de la Universidad Politécnica de Valencia (Campus de Alcoy). A partir de ahí procuraremos mantener la asociación estratégica con los centros educativos de primaria y otros centros de la comarca para intercambiar buenas prácticas en relación con todo lo realizado.

La difusión de los éxitos en competiciones robóticas y de las construcciones y diseños robóticos del alumnado hace partícipe de los mismos a toda la población dando valor a la robótica. La representación de la actividad Teatro Musical robótico en distintos eventos (exhibición en el IES, Casa de la Cultura, Colegios,...) incidirá en mostrar todos estos logros al resto de la comunidad educativa y resto de entorno.

### **Carácter inclusivo**

Una parte de los contenidos que se abordan en las asignaturas de Tecnología e Informática suelen ser poco interesantes para el alumnado si no van acompañados de demostraciones prácticas.

No ocurre lo mismo con los relacionados con el campo de la robótica. No obstante, algunos o algunas encuentran dificultades a la hora de adentrarse en los apartados del currículo necesarios para poder desarrollarlo. En todo caso, la mayor facilidad de montaje y programación de los robots con los que se quiere trabajar en este proyecto, creemos que puede producir un aumento del atractivo de las asignaturas de

Tecnología e Informática y curvas de aprendizaje más rápidas en algunas partes de ambas, que repercutirá en una mejor adquisición de conceptos y procedimientos, una mayor satisfacción personal por el trabajo realizado y un mayor acercamiento en definitiva a estudios de tipo científico y técnico.

**Teatro musical:** la creación de escenarios, objetos y muñecos requiere de trabajos manipulativos con un contenido estético, pero menos preciso, por lo que la diversidad de trabajos a realizar y niveles de dificultad de los mismos permitirá que todo el alumnado participante se sienta útil y eficaz, aumentando el grado de satisfacción y el sentimiento de pertenencia al grupo. Además, la variedad de disciplinas presentes, creemos que favorecerá la paridad de género entre los participantes.

Además, en los últimos años venimos constatando que algunos de los alumnos y alumnas interesados en la robótica presentan ciertas dificultades a la hora de socializar con los compañeros y las compañeras. El hecho de compartir una afición común y estar obligados a compartir información y trabajo con el resto, realizando parte de esta interacción en recreos y horas no lectivas, les obliga a entrar en contacto entre ellos y ellas, además de aumentar la autoestima al poder demostrar ciertas destrezas propias ante los demás.

## **Plurilingüismo**

La robótica se desarrolla en un alto grado en inglés. Las páginas que ofrecen más información actualizada sobre lenguajes de programación aplicables a la misma, así como nuevos productos o líneas de investigación están mayoritariamente escritas en esa lengua.

Más allá de esto, a la hora de difundir los logros que se vayan obteniendo con este proceso, se ha tomado la decisión de hacerlo en Inglés (a fin de potenciar el aprendizaje de esa lengua en la asignatura que se imparte dentro del proyecto de desarrollo del Plurilingüismo en el centro y para facilitar la labor a estudiantes de otros países).

También la información relativa al proyecto también se difundirá en Valencià, no solo por ser la lengua cooficial de nuestra Comunidad, sino también porque en nuestras visitas a localidades como Alcoy o en las reuniones que se celebran en Valencia, la práctica de esa lengua facilita la comunicación con compañeros y compañeras de otros centros educativos.

## **2.3. EVALUACIÓN E IMPACTO**

### **Indicadores y criterios de evaluación**

Los indicadores de éxito serán:

- Perfeccionar las prácticas y materiales didácticos interdepartamentales para los nuevos sistemas robóticos a adquirir: Preparar retos atractivos y progresivos, así como las rúbricas para su evaluación.
- Construir al menos 3 siguelíneas, 3 robots de Sumo, 3 robots de laberinto en categoría LIBRE (Arduino) por parte del alumnado de 4º eso en adelante y del grupo de robótica para competir en concursos de robótica.
- Seguir presentando los robots Lego EV3 a concursos de robótica.
- Desarrollar programas que en 1º y 2º de ESO permitan, como mínimo, que un robot sea capaz de seguir una línea. En 3º de ESO, que sea capaz de salir de un laberinto, en 4º de ESO sea capaz de seguir un trazado evitando obstáculos y recuperando la línea. En 1º y 2º de Bachillerato construir robots desde la base y programarlos para que sean plenamente funcionales.
- Mantener primeras clasificaciones en los concursos de robótica a los que hemos venido presentándonos.
- Celebrar un Certamen anual del IES Las Fuentes, pero esta vez combinando exhibición con competición, para que nuestro alumnado muestre los avances que está efectuando.
- Conseguir que cada grupo de alumnos sea capaz de construir y programar un robot capaz de participar en el certamen interno, superando las pruebas propuestas.
- Montar varios teatros musicales robóticos, en número dependiente de los grupos que se obtengan en la asignatura Proyecto interdisciplinario, y mostrarlos a los compañeros del IES y alumnado de primaria de centros cercanos.
- Mantener el blog de robótica del IES con al menos una entrada mensual.

### **Instrumentos de evaluación**

El principal instrumento evaluador con que cuenta este proyecto son las reuniones que el coordinador llevará a cabo con el profesorado participante en el mismo y que tendrán lugar, al menos, una vez al mes. En ellas se supervisarán todas las actuaciones en desarrollo, se propondrán medidas correctoras y de mejora para aquellas que aún no se hayan realizado de la forma prevista y se plantearán las que haya que realizar en lo sucesivo.

Se seguirán realizando encuestas anónimas al alumnado en las asignaturas relacionadas con el proyecto, para ver su grado de satisfacción y las fortalezas y debilidades de las actuaciones realizadas, observaciones, etc.. al final de cada curso, lo que nos servirá para preparar el siguiente.

El análisis de los resultados se efectuará en la memoria final que se entregará antes del 30 de junio de 2020.

## **Análisis de resultados (en el caso de proyectos de continuidad)**

Los resultados obtenidos durante el primer año de aplicación fueron expresados en la memoria final de dicho año. Durante el segundo año, se han mantenido prácticamente la totalidad de las actividades, puesto que la intención del proyecto es la sostenibilidad a lo largo del tiempo.

El objetivo del proyecto es, resumiendo, conseguir:

1º Que prácticamente la totalidad del alumnado conozca la robótica y la programación.

2º Que un alto porcentaje de alumnado se interese por estas disciplinas y las STEM en general.

3º Que el alumnado adquiera conocimientos significativos de dichas materias y comprenda su importancia: mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje.

Para ello, hemos analizado de forma continua los avances y dificultades surgidas durante estos 2 cursos, con una periodicidad mensual.

Los indicadores que se propusieron para el curso 17 18, se han prorrogado para el siguiente curso:

- Se han ido adecuando materiales didácticos para los nuevos sistemas robóticos adquiridos, se han construido un total de 9 robots de Sumo, 8 siguelíneas de categoría libre, con circuitos impresos y diseños 3d.

- Se han presentado los nuevos robots Lego EV3 a concursos de robótica, consiguiendo premios en varios de estos concursos.

- El alumnado de 1º y 2º ESO han conseguido realizar robots, en la asignatura de tecnología, capaces de seguir una línea, así como detectar objetos y empujarlos sin salir de un área marcada. En 3º ESO, al no disponer del material suficiente, se ha decidido trabajar con Arduino, pero para que sea atractivo, acompaña a un proyecto y por lo tanto el nivel de profundización se ha reducido por falta de tiempo. En 4º ESO son capaces de diseñar robots que siguen líneas y evitan obstáculos y en Bachillerato, construyen desde 0 los robots, tal como se pretende en el guión anterior.

- En cuanto a mantener primeras clasificaciones en concursos, se ha conseguido ampliamente (en los concursos Desafío Robot, EPSA de Alcoy y Villenabot): De 1 premio físico en 2015, se mantuvo en 1 en 2016, 4 en 2017, 9 en 2018 (a pesar de no ir a Desafío Robot) y 18 en 2019. Sin hablar de otras meritorias clasificaciones sin premio físico (3os, 4os clasificados,...)

- El certamen de nuestro centro, se ha producido en forma de exhibición, debido a que las fechas elegidas han resultado problemáticas por varios motivos. Se pretende ahora que se realice justo después del último concurso realizado, para aprovechar la sinergia del mismo.

- Se han asistido a charlas de robótica y sus aplicaciones en nuestra localidad. Se han realizado talleres para el alumnado en nuestro centro impartidos por la UPV campus Alcoy.

- Desde el comienzo del proyecto se han emitido un total de 5 notas de prensa en la página web del centro sobre los resultados obtenidos en concursos, 4 de ellas se han reproducido en diversos medios comarcales (4 medios de información cada una) lo que impacta en nuestro entorno, dando a conocer el trabajo realizado.

- En cuanto al número de alumnado que ha realizado actividades de programación y/o robótica, hemos pasado de 83 alumnos antes del proyecto a 224 en el último curso. En



cuanto al grupo de robótica, que dedica tiempo extralectivo a la robótica, hemos pasado de 17 a 51 alumnos. En las encuestas realizadas al alumnado que no forma parte del grupo de robótica pero que ha realizado prácticas o actividades de programación y robótica en Tecnología o Informática, el grado de satisfacción ha pasado del 55% al 82% (entendemos que la diferencia ha sido el lenguaje utilizado y una metodología basada en retos en su fase final).

- La ratio de alumnas voluntarias dista mucho de llegar a la paridad. De los 51 alumnos/as, sólo 7 fueron alumnas. Debemos incidir en superar esta brecha (que se da igualmente en el tramo universitario, donde en la UA, por ejemplo, sólo el 28% del alumnado de ingeniería son alumnas, bajando a menos del 15% en Informática).

### **Impacto. Propuestas de mejora**

A nivel de centro, todo el alumnado de Secundaria debe pasar por la asignatura obligatoria de Tecnología. Al introducir la robótica y la programación en dicha asignatura gracias a este proyecto, todos/as participan y conocen estas disciplinas.

Por otro lado, la participación en concursos de ámbito regional y nacional, nos brinda un escaparate de cara a nuestro entorno, dado que, al conseguir regularmente buenos resultados en estos concursos, se emiten notas de prensa y artículos.

Las exhibiciones que se realizan al alumnado y profesorado de nuestro centro, así como al alumnado de primaria e infantil de los centros de nuestro entorno, también muestran las posibilidades de la robótica y la programación y ayudan a que el alumnado se familiarice y adquiera interés por estas disciplinas.

#### Propuestas de mejora

Gracias a la ayuda económica de los proyectos de innovación y de aportaciones materiales provenientes de certámenes de robótica y del propio centro, el desarrollo de la robótica en el centro ha ido creciendo. Sin embargo, es palpable la diferencia de interesados en función del género, siendo la mayoría chicos. Creemos que es necesario, en este punto, dirigir parte de la atención de desarrollo y continuidad de este proyecto de innovación, a potenciar la presencia de las chicas en este mundo, dando a conocer las infinitas posibilidades de creatividad y desarrollo que permite el mundo de la robótica y hacerlo por tanto interesante también para ellas.

En este curso que está a punto de finalizar se han realizado actividades en el centro que, en coordinación con la responsable de igualdad y coeducación, han intentado visibilizar el importante papel de la mujer en todos los ámbitos de la sociedad. Particularizando en el campo de la ingeniería, el centro expuso durante unos días la exposición itinerante del Proyecto Hypatia (del CSIC), donde se quería dar a conocer entre las chicas el importante papel de las mujeres en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, e invitándoles a adentrarse en el mismo.

Desde el propio proyecto queremos desarrollar las siguientes actividades encaminadas a conseguir este objetivo:

- Abrir las actividades de robótica a otras disciplinas además de las que ya se realizan actualmente, como el teatro musical robótico, donde disciplinas como la música, el arte, la estética y la educación física (además de la informática y la tecnología) estarán implicadas, principalmente a través de la asignatura optativa Proyecto Interdisciplinario, que a partir de este curso se dedicará a la robótica en los niveles 1º, 2º y 3º de ESO.

- También se puede captar otros intereses potenciando proyectos robotizados que solucionen problemas reales de nuestro entorno, en los que prima su utilidad social, igualmente en la asignatura optativa Proyecto Interdisciplinario.
- Realizar actividades encaminadas a conocer la historia de mujeres que tuvieron o tienen relevancia en el mundo STEM, tanto de épocas pasadas como de épocas actuales, para que nuestras alumnas tengan referentes y vean que no es un campo propio de chicos (realización de infografías o murales para exponer en el centro, por ejemplo).
- Contar con la visita y colaboración de la organización universitaria MultitecUA, que ya viene realizando actividades en los centros educativos de difusión sobre diferentes disciplinas en la rama de la ingeniería, por parte de chicas.
- Que las alumnas que ya se encuentren participando en el proyecto informen al resto de sus compañeras (mediante visitas en la hora de tutoría, y/o realizando un vídeo promocional) de lo que se está haciendo, y compartiendo sus impresiones.

## 2.4. CONCLUSIONES

La concesión del proyecto de innovación ayudó en su momento a iniciar un cambio en la forma de impartir la programación y la robótica en nuestro centro, adaptándonos a los nuevos sistemas y entornos de programación, más sencillos y más atractivos.

La dotación económica fue inferior a lo solicitado, lo que nos obligó a ser menos ambiciosos a la hora de implantar el proyecto. Aún así, los resultados han sido y siguen siendo muy positivos.

La solicitud del proyecto de innovación en su modalidad de continuidad, nos permitirá:

- Por un lado, completar dotaciones para que se pueda impartir en condiciones la robótica (disminuir el número de alumnos por robot en cada clase).
- También realizar ciertas actividades: visitas, talleres, exhibiciones, etc. que anualmente conllevan un gasto.
- Sufragar el coste de los materiales de construcción de robots, principalmente fungible y componentes. Fundamentalmente para la realización de lo que consideramos que será la novedad más importante en nuestro proyecto: El teatro musical robotizado, con idea de captar alumnado distinto al habitual y mostrar la absoluta interdisciplinariedad de la robótica.

Todo esto nos permitirá mantener la línea de innovación e investigación acerca de la robótica y la programación, facilitando su accesibilidad al máximo (sistemas robóticos y entornos de programación sencillos e intuitivos), adaptándonos a los cambios constantes en este campo, añadiendo además el reto de acercar estas disciplinas a alumnado con otro espectro de intereses, no necesariamente STEM, mediante su aplicación interdisciplinaria (teatro musical robótico y proyectos robóticos con utilidad social), favoreciendo también el trabajo colaborativo y abrir paso hacia el intercambio de buenas prácticas con otros centros educativos.

## 2.5. PRESUPUESTO

CONCEPTO	CANT	APLICACIÓN DEL RECURSO	IMP.
Conjunto básico Lego EV3. Incluye transformador 10 V DC	7	Programación y montaje de robots educativos nivel medio	3412,5
Conjunto de recursos EV3	3	Ampliar las posibilidades de montaje de los robots EV3	358,5
Robot mBot 2.4G	2	Programación y montaje de robots educativos nivel iniciación	189,9
Batería Lipo para mBot	2	Completar robot mBot con batería recargable en vez de desechable	19,9
Bobina plástico PLA 3 y 1.75 mm 1kg	2	Crear robots y piezas mediante impresión 3D	40
Placa de cobre para PCB	2	Diseñar circuitos impresos para robots. Nivel alto	30
Conjunto de componentes para robots Arduino (motores, drivers, sensores, cables,...)	1	Construir robots completos desde el principio. Nivel alto	300
Desplazamientos en autobús	3	Visita a instalaciones GROMEP del Campus UPV en Alcoy, asistencia al Concurso de Robótica EPSA (Univ de Valencia, Campus de Alcoy) y asistencia al Desafío Robot en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia.	1230
Material fungible, estructural, eléctrico (cableado, elementos de maniobra,...), electrónico (buck converters, sensores, procesadores, ...), actuadores (motores CC, servos, motores PaP, drivers, actuadores lineales, leds, altavoces,...), etc	1	Montaje del Teatro musical robótico	1700
<b>TOTAL:</b>			<b>7280,8</b>