



Facultad de Educación

**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE
EDUCACIÓN SECUNDARIA**

**Robótica educativa y su contribución a la potenciación
de perfiles STEAM en alumnos de Educación
Secundaria Obligatoria**

**Educational robotics and its contribution to the
empowerment of STEAM profiles within the high school
scope**

Alumna: Ángela Lavín Castanedo
Especialidad: Física y Química y Tecnología
Director: Vidal Fernández Canales
Curso académico: 2022-2023
Fecha: Junio 2023

Agradecimientos

Antes de finalizar este proyecto, me gustaría dar las gracias a todas las personas que me han acompañado y apoyado a lo largo de este camino.

A Vidal Fernández, director del proyecto por tu orientación, ayuda y disponibilidad que ha facilitado en todo momento mi trabajo.

A Juan Sánchez-Palacín, mi tutor durante las prácticas en Esclavas, por cómo me has tratado, ayudado y todo lo que he aprendido a tu lado. Gracias por haberme permitido conocer un tema tan interesante como el tratado en esta propuesta.

A Guillermo, por confiar siempre en mí, por tu amor y apoyo en cada instante. Gracias por ser siempre mi cable a tierra.

A Lucía porque no has podido ponérmelo más fácil, entendiendo todos los cambios de horarios y los momentos en que no podíamos jugar. Eres mi principal razón para progresar y ser mejor persona.

A mis padres porque como siempre os he dicho sois mi mejor ejemplo y mi mayor orgullo. Sin vuestra ayuda, esfuerzo y sacrificio este año no hubiera sido posible.

A Carmela y Patricia muchas gracias por vuestro apoyo y buenos consejos.

A Tati gracias por tu apoyo incondicional.

A Álvaro y Maitane muchas gracias por vuestra ayuda y vuestro apoyo.

A todos y cada uno de los compañeros del máster que habéis compartido conmigo tantos momentos este último año. Sin vosotros, esto no hubiera sido lo mismo.

A todos y cada uno de los profesores de este año, por vuestra aptitud y vocación para la enseñanza que me ha permitido formarme en una rama nueva para mí.

Resumen

Las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) están presentes en todos los ámbitos de nuestra sociedad.

Este trabajo se enfoca en la aplicación de esas nuevas tecnologías en el ámbito educativo con un doble objetivo. En primer lugar, para que el alumnado se forme en competencias digitales, fundamentales para desenvolverse como ciudadano crítico y activo en la sociedad.

En segundo lugar, para potenciar el desarrollo de las competencias STEAM de cara a fomentar la vocación científico-tecnológica en los estudiantes, en un contexto actual en el que el mercado laboral padece una evidente ausencia de este tipo de perfiles.

Por todo lo anterior, la robótica educativa se erige como un entorno de aprendizaje que permite al alumno instruirse en la programación y el diseño de robots, desarrollando así su creatividad y sus habilidades para la resolución de problemas.

El presente documento plantea una propuesta didáctica para implantar la robótica educativa como parte de la materia de Tecnología para alumnos de 2º de la ESO. La plataforma utilizada es el robot EV3 de *LEGO Mindstorms*.

En este trabajo, se presentan cinco prácticas guiadas como introducción a la robótica y a la programación por bloques, y un último reto y competición final en la que el alumno debe programar el robot completando varios desafíos en el menor tiempo posible.

Palabras clave: Robótica educativa, STEAM, *LEGO*, TIC

Abstract

The new Information and Communication Technologies (ICT) are present in every branch of society.

This paper focuses primarily on the application of these new technologies within the education scope with a dual aim. In the first place, in order for the students to be trained in digital competencies, which stand as essential to cope with society as critical and active citizens.

Secondly, to empower the STEAM competencies development towards the scientific-technological vocation in students, fostering this kind of profiles in a current labour market scenario that suffers from their absence.

Due to all the above, educational robotics emerges as a learning environment that allows students to acquire programming and robot design capabilities, developing, in the same vein, their creativity and problem-solving skills.

This document introduces a didactic proposal to implement educational robotics as part of the Technology subject for high school students (2nd ESO) based on the platform *LEGO Mindstorms EV3*.

As part of this project, five guided practices are presented aiming to introduce robotics and block programming together with a final challenge-practice and ultimate contest where the student must set the robot to achieve its goal in the shortest amount of time.

Key words: Educational robotics, STEAM, *LEGO*, TIC

Índice de contenidos

1.	INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	1
2.	ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	3
2.1.	Ventajas y desventajas de las TIC en el aula	3
2.2.	Innovación educativa y metodología STEM/STEAM	6
2.3.	Robótica educativa.....	10
2.3.1.	Origen y evolución	10
2.3.2.	Herramientas de robótica educativa	11
3.	PLATAFORMA <i>LEGO</i> MINDSTORMS EV3	14
3.1.	Conceptos generales	14
3.2.	Componentes Kit <i>LEGO</i>	16
3.3.	Entorno de desarrollo	17
4.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EDUCATIVA: ROBÓTICA EDUCATIVA CON <i>LEGO</i>	21
4.1.	Objetivos.....	21
4.1.1.	Contribución al desarrollo de las competencias	22
4.2.	Recursos didácticos y metodología.....	24
4.2.1.	Temporalización.....	25
4.2.2.	Organización de las sesiones.....	25
4.3.	Desarrollo de la práctica.....	26
4.4.	Resultados	39
5.	CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	42
5.1.	Conclusiones	42
5.2.	Líneas futuras de trabajo.....	43
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La educación del S.XXI se tiene que adaptar a los avances que se están produciendo en la tecnología y en la ciencia.

El concepto tradicional de la alfabetización, tal y como define la RAE, es “enseñar a alguien a leer y a escribir”. En la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) realizada en París en 1958, este organismo definió la alfabetización como “la capacidad de una persona para leer y escribir, comprendiéndolo, un enunciado sencillo y conciso sobre hechos relacionados con su vida cotidiana”.

La sociedad actual se caracteriza por el uso generalizado de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en todos los aspectos de la vida diaria, que conlleva una nueva forma de ver y entender el mundo que nos rodea y que implica la necesidad de nuevos paradigmas de alfabetización.

En este contexto el concepto que adquiere una especial relevancia es la alfabetización digital. Gilster (1997 como se citó en George, C. E. y Avello-Martínez, 2021) mencionó que una persona digitalmente alfabetizada es aquella que tiene las habilidades suficientes para comprender y usar la información desde diferentes fuentes digitales, así como para resolver problemas vinculados con el acceso y selección de información en ambientes digitales.

En pleno siglo XXI las capacidades del alumnado se verán ampliadas a campos mucho más extensos que los tradicionalmente dirigidos a la enseñanza. Esto supone la exigencia de innovación en la educación, y el aprendizaje curricular se va a ampliar con muchas capas, proyectos e iniciativas que van a ir de acuerdo con la transformación de la sociedad.

A esto se suma el problema de la falta de vocación científico-tecnológica, que según datos de la Oficina Europea de Estadística (Eurostat) en España está disminuyendo el número de jóvenes que optan por estos itinerarios formativos, y las empresas de tecnología se encuentran con una escasez crítica de expertos en TIC.

Así, se hace necesaria la innovación en la educación con propuestas que fomenten la vocación científica y emprendedora basadas en los nuevos desarrollos TIC, integrando la tecnología en la dinámica del aula.

El desarrollo de las competencias tecnológicas en los alumnos es fundamental para su futuro laboral, para su vida cotidiana y para su integración en la sociedad del conocimiento.

Esta necesidad se ha visto exacerbada con las circunstancias acaecidas en el año 2020, a raíz de la emergencia sanitaria generada por la pandemia mundial del COVID-19: la declaración del estado de alarma, el confinamiento de la población mundial y, por tanto, la suspensión total de las actividades no esenciales. Los colegios, institutos y universidades se vieron obligados al cierre y la utilización de las TIC fue la solución que permitió continuar a los estudiantes con su formación. Por su parte, los profesores tuvieron que emplear de forma imperiosa la docencia a distancia, estuviesen preparados para ello, o no.

Ante este escenario, el trabajo tiene como objetivo analizar la introducción de las aplicaciones robóticas, que se erigen como una vertiente fundamental en el desarrollo de nuevas habilidades y destrezas de los alumnos. De esta aplicación de las TIC en la docencia, se derivan una serie de ventajas y desventajas que, desde un prisma universal, también se identifican en el marco de este proyecto.

Finalmente se realiza una propuesta de prácticas de robótica educativa basadas en el conjunto de recursos didácticos *LEGO EV3 Mindstorms* para el alumnado de 2º de la ESO.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

A priori, la implantación de las TIC en las aulas parece que únicamente presenta ventajas, pero la realidad muestra que no es así. Este capítulo comienza presentando, tanto las ventajas como las desventajas, del uso de las TICs en la enseñanza. Continúa analizando la necesidad de una innovación educativa y el problema de la falta de vocación científico-tecnológica en los alumnos. Se presenta la metodología STEAM para finalmente plantear la robótica educativa como entorno de aprendizaje que une ambos aspectos: la innovación educativa y la metodología STEAM.

2.1. Ventajas y desventajas de las TIC en el aula

La inclusión de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje conlleva numerosas ventajas. A continuación, se presentan algunas de las principales:

- El proceso enseñanza-aprendizaje se hace más atractivo e interesante para los alumnos porque les despierta su curiosidad, los anima a investigar por ellos mismos y los acerca más a la realidad.
- Mejora las competencias tecnológicas del alumnado
- Fomenta la capacidad de autoaprendizaje del alumno, que goza de un mayor nivel de autonomía. Le permite adquirir un rol de administrador de su propio aprendizaje, ya que se ve obligado a gestionar el manejo de su tiempo para finalizar las actividades.
- Existen múltiples fuentes de información, se agiliza la información rompiendo barreras físico-temporales.
- Promueve la participación del alumnado, permitiéndoles compartir experiencias con compañeros y docentes, incluso de otros centros educativos con rápidos intercambios de información.
- Facilita la creación de proyectos en equipo y el trabajo cooperativo.

- Favorece la comunicación, se incrementan las modalidades comunicativas que permiten el diálogo a través de distintos canales, sin límites de horario o geografía, ya sea de forma síncrona o asíncrona.

Sin embargo, la inclusión de las nuevas tecnologías también tiene sus sombras. A continuación, se enumeran algunas de estas desventajas:

- Supone una avalancha de información que hace necesario un conocimiento para procesarla, seleccionar la más adecuada y descartar la falsa o errónea. Aquí, el profesor cambia su función de transmisor a consejero, orientándoles para poder realizar una selección de calidad dentro de tantos datos disponibles.
- El riesgo de brecha digital que puede producirse para quienes no puedan acceder o no sepan utilizar las nuevas tecnologías.
- Conocimientos con fecha de caducidad. Muchas tecnologías estarán obsoletas en diez años, lo que implica una necesidad de renovación constante.
- Las nuevas tecnologías pueden ser una fuente de distracción, si no realizan un uso correcto de las herramientas en el aula.

Desde el punto de vista del profesorado, el reto es poder enseñar a un alumnado para el cual las TIC forman parte de su día a día. A las nuevas generaciones se les presuponen competencias y habilidades con las TIC casi innatas, ya que como dice Prensky (2001) son nativos digitales, pero el objetivo es enfocar esas destrezas hacia el aprendizaje de contenidos y el desarrollo de competencias. No se trata de educar con TIC, sino de educarse en TIC. El objetivo es que los alumnos trasciendan de ser meros usuarios de la tecnología y logren entenderla, explotarla y utilizarla como motor de nuevas capacidades.

Se da la circunstancia de que los agentes implicados en este contexto son los docentes y los alumnos, un gran salto generacional que evidencia una diferencia abismal en el uso de las nuevas tecnologías. Asimismo, se suma que el desarrollo de la competencia digital no implica solo incluir las tecnologías en el proceso de la enseñanza-aprendizaje, sino que trata también de plantear la adquisición de los conocimientos de una manera diferente.

Viendo que la competencia digital se ha convertido en una pieza esencial dentro del desarrollo educativo, es necesaria la formación constante del profesorado en esos conocimientos. En base a esta realidad, han surgido varios marcos de referencia con pautas para que los docentes puedan trabajar y mejorar dicha competencia. Uno de ellos, lo publicó la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en 2019 (versión 3) que presenta tres etapas en función del uso de las TIC en la educación: adquisición de conocimientos, profundización de conocimientos y creación de conocimientos.

En él se definen seis aspectos en la labor docente: entender el papel de las TIC en las políticas educativas, currículo y evaluación, pedagogía, aplicación de competencias digitales, organización y administración, y aprendizaje profesional de los docentes. Dicho marco recomienda evaluar periódicamente a los docentes para determinar su progreso en los diferentes aspectos y niveles.

También existen múltiples investigaciones basadas en diversos marcos de referencia, que llegan a la conclusión de la importancia de los planes de formación para los docentes. Tal y como indicaron Fernández y Fernández-Díaz (2016), es clave el tratamiento de las tecnologías de la información y comunicación en el mundo educativo dentro de los planes formativos para los profesores. Y esto, afecta tanto a la formación inicial, por ejemplo, en el máster del profesorado, como a la formación continua que reciben los docentes durante su ejercicio profesional.

La inclusión de las TIC en la docencia es, por tanto, muy positiva, pero como indicaba Feito (2002) no debemos olvidar que lo esencial es que los

alumnos aprendan a desenvolverse por sí mismos y con una predisposición positiva hacia los cambios o problemas que puedan surgir.

Nuestra sociedad está en constante evolución y desarrollo, con cambios abruptos en espacios cortos de tiempo, que obligan a estudiantes y docentes a desenvolverse mostrando una mayor adaptabilidad y resiliencia. Un buen ejemplo es la pandemia, que aceleró algunas etapas en el proceso de implantación de las TIC en el aula, tal y como se ha expuesto anteriormente.

2.2. Innovación educativa y metodología STEM/STEAM

La incursión de las TIC en nuestra vida diaria impacta en todos los ámbitos de nuestra sociedad: el familiar, el cultural, el social, y por supuesto, en el académico.

Los avances tecnológicos que nacen de la aplicación de los nuevos conocimientos científicos inciden en la educación y hacen necesario flexibilizar un currículum que ofrezca un planteamiento basado en el desarrollo de nuevas habilidades y competencias y en metodologías que generen un aprendizaje a lo largo de la vida.

En base a esto, la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) aprobada el 2 de diciembre de 2020 contempla dentro de las competencias clave: la **competencia digital** y la **competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería**. Su desarrollo, será esencial, para poder desenvolverse en la sociedad como ciudadano crítico y responsable, además de ser fundamental para la futura incorporación de los alumnos al mercado laboral.

Relacionar estas dos competencias con el resto, supone partir de un enfoque interdisciplinar que logre un aprendizaje significativo, integrado y funcional con las situaciones que el alumnado pueda identificar en su día a día, es decir, plantear una auténtica innovación educativa. El profesor deberá cambiar su rol transmisor por el de mediador necesario, para que el estudiante logre los objetivos esperados en las distintas áreas en este proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como describe Castro-Campos (2022), STEM es una metodología que

permite la transformación de las metodologías tradicionales a través de la innovación.

Este acrónimo inglés, STEM, que engloba a cuatro disciplinas Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Science, Technology, Engineering y Mathematics) se utilizó por primera vez a finales del siglo XX en Estados Unidos. Posteriormente, a principios de este siglo XXI, basándose en ideas de la escuela de diseño Rhode Island y del modelo educativo de Corea del Sur, Yakman (2008) comenzó a utilizar el acrónimo STEAM. Se añade la A en el acrónimo porque se introduce el Arte en las disciplinas de esta metodología, con el objetivo de incentivar también la creatividad en los alumnos.

El modelo STEAM permite aplicar un enfoque interdisciplinar, combinando los diferentes contenidos de estas cinco materias y aplicándolos a problemas reales de la vida cotidiana.

La idea principal de esta metodología es aprender de forma experimental partiendo de una necesidad que detectemos en nuestro día a día. Por esto, este modelo STEAM, facilita su combinación con otras modalidades como el aprendizaje basado en proyectos o el aprendizaje basado en problemas y otras técnicas cooperativas que permiten maximizar el aprendizaje del alumnado.

A pesar de la gran demanda que existe de perfiles STEM en el mercado laboral, los datos reflejan que cada vez son menos los alumnos que se decantan por carreras de esas ramas, provocando una ausencia de perfiles científico-tecnológicos.

En el año 2019, Ernst&Young realizó un estudio para la Asociación Española para la Digitalización (DigitalES) con datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) que reflejaba que los estudios de Ingeniería y Arquitectura descendieron en España un 28% entre 2010 y 2017. En el siguiente gráfico se muestra el número de matriculaciones en las diferentes ramas durante los últimos años. También se incluyen los años 2010/2011 y 2016/2017 para comprobar la tendencia de estas matriculaciones:

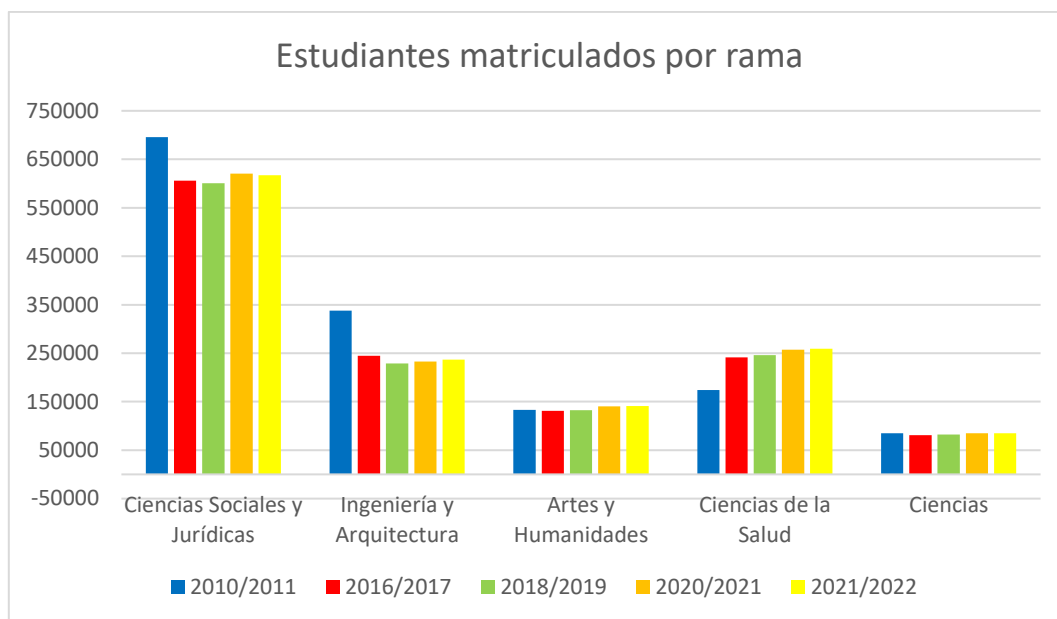


Figura 1.- Estudiantes matriculados por rama en los últimos años. Elaboración propia con datos del MECD.

En los cursos 2020/2021 y 2021/2022 se observa un pequeño repunte en el número de matriculaciones de las carreras de Ingeniería y Arquitectura, sin embargo, los alumnos universitarios se matriculan cada vez más en carreras del ámbito social y jurídico o sanitario frente a las titulaciones STEM.

Con el fin de identificar las causas de ese descenso en la matriculación de estos estudios universitarios, frente a carreras con a priori menos salida laboral, el estudio de DigitalES realizó cuestionarios enfocados a distintos miembros de la comunidad educativa. Las respuestas del alumnado de las diferentes etapas educativas sobre el motivo por el que no estudiarían formaciones de esa rama reflejaban que existen dos motivos principales: la dificultad académica y la falta de orientación y conocimiento.

Se observa una predisposición negativa hacia materias como matemáticas o tecnología que son pilares fundamentales para formarse en estudios de perfil STEM. Es clave analizar el papel de las materias en la estructura del sistema educativo en Cantabria, para intentar comprender esa tendencia. Constituyendo como base el trabajo llevado a cabo como parte del programa de prácticas del máster del profesorado en el colegio Esclavas este trabajo establece un análisis sobre Tecnología.

En la siguiente tabla se reflejan las asignaturas asociadas a dicha rama instauradas en el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en Cantabria, según el Decreto 73/2022, de 27 de julio.

CURSO		Materias tecnológicas	Horas/semana
1º ESO		Taller de Iniciación a las Tecnologías de la Información y la Digitalización: OPTATIVA (*)	2
2º ESO		Tecnología y Digitalización: OBLIGATORIA	3
		Taller de Iniciación a las Tecnologías de la Información y la Digitalización: OPTATIVA (*)	2
3º ESO		Tecnología y Digitalización: OBLIGATORIA	3
		Sistemas de Control y Robótica I: OPTATIVA	2
4º ESO		Digitalización: DE OPCIÓN. Tienen que elegir tres de un listado	3
		Tecnología: DE OPCIÓN. Tienen que elegir tres de un listado	3
		Sistemas de Control y Robótica II: OPTATIVA. Tienen que elegir una de un listado	2
1º Bachiller	De Ciencias y Tecnología	Tecnología e Ingeniería I: DE MODALIDAD, tienen que elegir dos.	4
		Tecnologías de la Información: OPTATIVA. Tienen que elegir una de un listado	4
	General	Tecnologías de la Información: OPTATIVA. Tienen que elegir una de un listado	4
2º Bachiller	De Ciencias y Tecnología	Tecnología e Ingeniería II: DE MODALIDAD, tienen que elegir dos.	4
		Imagen y sonido: OPTATIVA. Tienen que elegir una de un listado	4
		Programación y Gestión de Datos: OPTATIVA. Tienen que elegir una de un listado	4
	General	Imagen y sonido: OPTATIVA. Tienen que elegir una de un listado	4
		Programación y Gestión de Datos: OPTATIVA. Tienen que elegir una de un listado	4

Tabla 1.- Asignaturas asociadas con Tecnología en la ESO y Bachiller en Cantabria

OPTATIVA (*). - Se elige en 1º de la ESO o en 2º de la ESO, como refuerzo para alumnos que llegan de Educación Primaria con carencias de la competencia digital. No se puede elegir en los dos cursos.

Como se puede observar, la asignatura de Tecnología únicamente es una materia obligatoria en 2º y 3º de la ESO, por lo cual es imprescindible tener una

buena orientación de cara a los cursos posteriores, para poder mantener el interés de los alumnos y que el aprendizaje sea un proceso paulatino de profundización en los conocimientos relacionados con la Tecnología.

La propuesta presentada en este trabajo se basa en la filosofía STEAM, tratando de realizar actividades en las que diferentes disciplinas se combinan en una misma actividad, para poder contribuir al desarrollo de la competencia digital y la competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM).

2.3. Robótica educativa

2.3.1. Origen y evolución

La robótica educativa es el resultado de combinar innovación y filosofía STEAM. Se define como un entorno de aprendizaje con carácter transversal, que favorece tanto el desarrollo del pensamiento lógico como la imaginación del estudiante. Los alumnos progresan en sus habilidades y conocimientos de esas materias a través del diseño, la creación y el montaje de los robots.

Como indican Sullivan y Bears (2018) y es citado por Caballero-González y García-Valcárcel (2020), existen estudios recientes que reflejan los beneficios que aporta la robótica educativa facilitando el aprendizaje a través de la experimentación y favoreciendo la creatividad y el trabajo cooperativo.

El origen de la robótica educativa se sitúa en los años 60 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), cuando un grupo de científicos, entre los que destacaba Seymour Papert, inventaron el lenguaje informático Logo, que supuso el primer lenguaje de programación orientado a la educación de los niños.

Con Logo los estudiantes podían generar movimientos en una tortuga que actuaba como cursor y podía dibujar líneas, cuadrados y diversas formas geométricas. Dado que en la década de los 70, la mayoría de las aulas carecían del material informático necesario para poder programar con Logo y verlo en una pantalla, crearon el robot 'Turtle', que se movía con las órdenes que programaban los alumnos y que se considera el primer robot educativo.

Además, Papert es considerado el padre del construccionismo, porque a partir de la psicología constructivista de su mentor Piaget, desarrolló un enfoque propio según el cual la mejor forma de aprender es que los alumnos se dediquen activamente a construir cosas, es decir, el aprendizaje mediante la experiencia.

Su libro '*Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*' se considera una referencia de la robótica educativa y en él expone los beneficios de fomentar la creatividad de los niños a través de la programación. Durante la década de los 80, Papert colaboró con la empresa *LEGO Systems A/S*, más conocida como *LEGO*, en el desarrollo de la línea de robots que denominaron *LEGO Mindstorms* en honor a Papert.

González et al. (2021), describen en su estudio sobre el estado del arte de las investigaciones relacionadas con el aprendizaje STEAM, el pensamiento computacional y la robótica educativa, la evolución histórica que ha vivido esta última. En sus inicios, se basaba en conocimientos de ciencias o matemáticas, y con el tiempo, ha derivado a un entorno interdisciplinar que trata conocimientos de diversas materias y favorece el fortalecimiento de habilidades como la autonomía, el emprendimiento, la comunicación, la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

2.3.2. Herramientas de robótica educativa

El catálogo de robots educativos es muy amplio y está creciendo exponencialmente en los últimos años. A continuación, se incluye una breve descripción de algunas de las plataformas de robótica educativa más utilizadas.

Scratch

Es un software de programación sencillo e intuitivo que se basa en el uso de bloques para la construcción de programas. Fue desarrollado por científicos del MIT que se inspiraron en el trabajo de Seymour Papert y en el lenguaje Logo introducido en el apartado anterior.

Se trata de un programa gratuito que permite programar sin tener unos grandes conocimientos previos.

Microbit

La placa programable BBC Microbit surgió de una iniciativa de la BBC (British Broadcasting Corporation) el servicio público de radio, televisión e internet de Reino Unido.

Está formada por una pantalla de leds, dos botones, una brújula y diversos sensores. Entre sus principales ventajas se encuentra su coste económico y que se puede programar con diferentes lenguajes de programación, por lo que se puede utilizar para enseñar programación por bloques en niveles iniciales y también para el aprendizaje de lenguajes más complejos como Phyton o Java.

Arduino

En la actualidad la placa Arduino se considera la más utilizada en los centros educativos. Se trata de una placa electrónica de código abierto que se creó en 2005 dentro de un proyecto del Instituto de Diseño Interativo de Ivrea (Italia). La gran popularidad de este sistema deriva en la existencia de muchísima información y documentación compartida en la red.

Originalmente su programación se realiza con un lenguaje propio basado en C++, por lo que a priori resulta más complejo que Scratch o Microbit. Para evitar esta dificultad y poder utilizarlo también en niveles iniciales de programación, existen múltiples programas que permiten la programación por bloques.

mBot

Los robots mBot son robots educativos creados por MakeBlock y basados en Arduino. Se pueden programar mediante lenguajes de programación por bloques utilizando mBlock basado en Scratch y para niveles más intermedios se habilita la utilización de lenguaje Arduino, es decir basado en C++. Además, todos sus módulos son compatibles con Arduino, Scratch y *LEGO* y existen varios kits dirigidos a diferentes niveles de conocimiento.

Crumble

Consiste en una tarjeta electrónica a la que se pueden conectar motores, leds y sensores para controlar su funcionamiento.

Se erige como una alternativa más económica y su lenguaje de programación está inspirado en Scratch, es decir, también se trata de una programación por bloques sencilla para la iniciación en la robótica. Dispone de muchos accesorios compatibles que permiten incrementar la dificultad pudiendo utilizarse en niveles de aprendizaje más avanzados.

BQ

Es una empresa española que diseña y fabrica kits de robótica formados por una placa controladora, actuadores y una serie de sensores. Para su programación se emplea también una programación con un código basado en bloques visuales, denominado Bitbloq.

3. PLATAFORMA LEGO MINDSTORMS EV3

En este capítulo, se introducen las nociones principales del kit de robótica educativa *LEGO Mindstorms EV3 Education* porque es la plataforma disponible en el colegio Esclavas donde he desempeñado mis prácticas del máster del profesorado.

A continuación, se describen conceptos generales del kit, como las diferentes versiones que se han puesto a la venta. Posteriormente, se presentan los componentes que lo conforman y algunas de las opciones de los entornos de desarrollo en los que se puede programar, estos últimos puntos centrados en la versión EV3 que es la utilizada en la propuesta de este trabajo.

3.1. Conceptos generales

La serie MINDSTORMS comenzó en 1998 con la comercialización de su primer robot programable, al que denominaron RCX. La pieza central, a la que apodan coloquialmente 'ladrillo', es el "cerebro" del robot y en esa versión se caracterizaba por tener unas memorias ROM de 16Kb y RAM de 32 Kb.



Figura 2.- Versión RCX del robot *LEGO Mindstorms*. Fuente: *LEGO*

La segunda generación fue NXT, que comenzó su comercialización en Julio de 2006. En este caso, el ladrillo tenía memorias RAM de 64KB y Flash de 256KB e incorporó puerto USB y conexión por *bluetooth*.

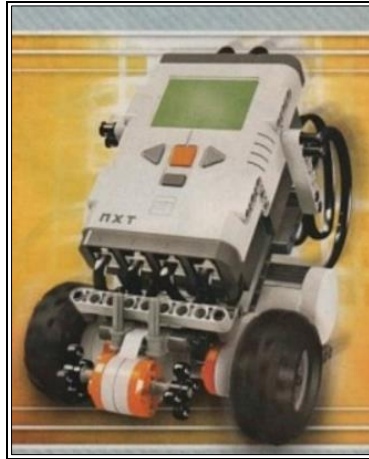


Figura 3.- Versión NXT del robot *LEGO Mindstorms*. Fuente: *LEGO*

La tercera generación se denominó EV3 y se lanzó al mercado en septiembre de 2013. El ladrillo incorpora un mejor procesador y memorias RAM de 64 MB y Flash de 16 MB, además de ampliar el almacenamiento de la memoria mediante la opción de una tarjeta microSD.

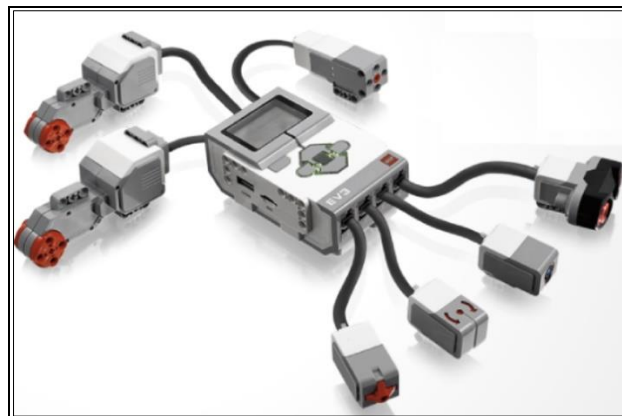


Figura 4.- Versión EV3 del robot *LEGO Mindstorms*. Fuente: *LEGO*

A finales del año 2020, la compañía sacó a la venta la nueva versión, el *LEGO Mindstorms Robot Inventor*, pero en la propuesta de este trabajo la versión utilizada es la EV3.

La compatibilidad entre las diferentes versiones es retroactiva, por lo que podremos ejecutar la mayoría de los programas del RCX en el NXT, o del NXT en EV3, pero no de forma contraria.

La parte negativa de este kit es el coste inicial, puesto que es bastante elevado frente a otras plataformas. Sin embargo, como parte positiva, es compatible con las piezas clásicas de *LEGO* y otras más complejas, lo que hace

casi infinitas las posibilidades de construcción de una estructura. También resulta casi imposible romper algo debido a una mala conexión porque el montaje es sencillo y son piezas muy resistentes. Además, en cuanto a la programación, no precisa grandes conocimientos previos de programación o electrónica.

3.2. Componentes Kit **LEGO**

El conjunto de **LEGO EV3** está formado por el bloque central (“*ladrillo*”), dos motores grandes que permiten colocar ruedas, un motor mediano y los sensores indicados en la siguiente tabla:

Sensor	Descripción
Sensor de color 	Sensor digital que puede operar en tres modos: Intensidad de luz reflejada, intensidad de luz ambiental y detectar siete colores (negro, azul, verde, rojo, amarillo, marrón y blanco).
Sensor de giro 	Sensor digital que detecta el movimiento de rotación en un eje. Permite medir la razón de giro en grados por segundo y también el ángulo de rotación total en grados.
Sensor táctil 	Sensor analógico que detecta el momento en que se presiona o no el botón rojo que está en la parte delantera del sensor. Es decir, se puede programar según tres condiciones: presionado, lanzado (al soltar) o en contacto (bien presionado o lanzado).
Sensor ultrasónico 	Sensor digital que permite medir la distancia a un objeto que se encuentre frente a él, en centímetros o en pulgadas. Para ello, envía ondas de sonido de alta frecuencia y mide el tiempo que tarda el sonido en retornar de nuevo al sensor.

Tabla 2.- Sensores incluidos en el kit robótico **LEGO Mindstorms EV3**. Fuente: **LEGO**

Además, consta de cuatro puertos de entrada para conectar los sensores (1, 2, 3 y 4), cuatro puertos de salida (A, B, C y D) para conectar los motores, un puerto Mini USB para conectar el bloque EV3 a un PC, el puerto para tarjeta SD y un puerto USB para establecer una conexión con una red inalámbrica, o para poder conectar hasta cuatro bloques EV3 juntos.

3.3. Entorno de desarrollo

Existen múltiples opciones para poder programar el robot EV3 de *LEGO*. El fabricante creó su propio entorno de desarrollo al que denominó *Mindstorms Education EV3*, que se basaba en LabVIEW, un lenguaje de programación gráfico que programa en bloques de modo horizontal.

Además de la propia aplicación de la marca, también se puede utilizar el portal *Makecode* de *Microsoft* específico para los robots EV3 que permite programarlos desde el navegador de internet, es decir, sin necesidad de instalar ningún programa. La programación se realiza por medio de bloques con funcionalidades específicas que, una vez finalizado el código, se transfiere al procesador del robot para su posterior ejecución.

Las posibilidades de entornos de programación son muy amplias dado que además de estas dos opciones presentadas, el sistema operativo del robot *LEGO Mindstorms* en todas sus versiones (tanto el RCX, el NXT como el EV3), es código abierto, es decir, se puede modificar siempre que se haga de acuerdo con las políticas de la licencia de *LEGO*. Por ello, han surgido múltiples desarrollos de programación con lenguajes más complejos como C++, Java, Pascal o Python. Esta característica del sistema operativo del robot, permite utilizarlo como base para avanzar en el aprendizaje de lenguajes más complejos en cursos posteriores.

El entorno de programación que se ha utilizado en la propuesta del trabajo es la aplicación *EV3 Classroom*, el último entorno publicado por *LEGO* y que incorpora la potencialidad del lenguaje Scratch, cuyo uso está muy extendido en los centros educativos.

Esta nueva aplicación está disponible para descargar desde la página web

de **LEGO** (<https://education.LEGO.com/es-es/downloads/mindstorms-ev3/software>) y permite programar el robot mediante programación por bloques.

En la siguiente figura se muestra la interfaz de la aplicación **LEGO Mindstorms Education EV3 Classroom**:

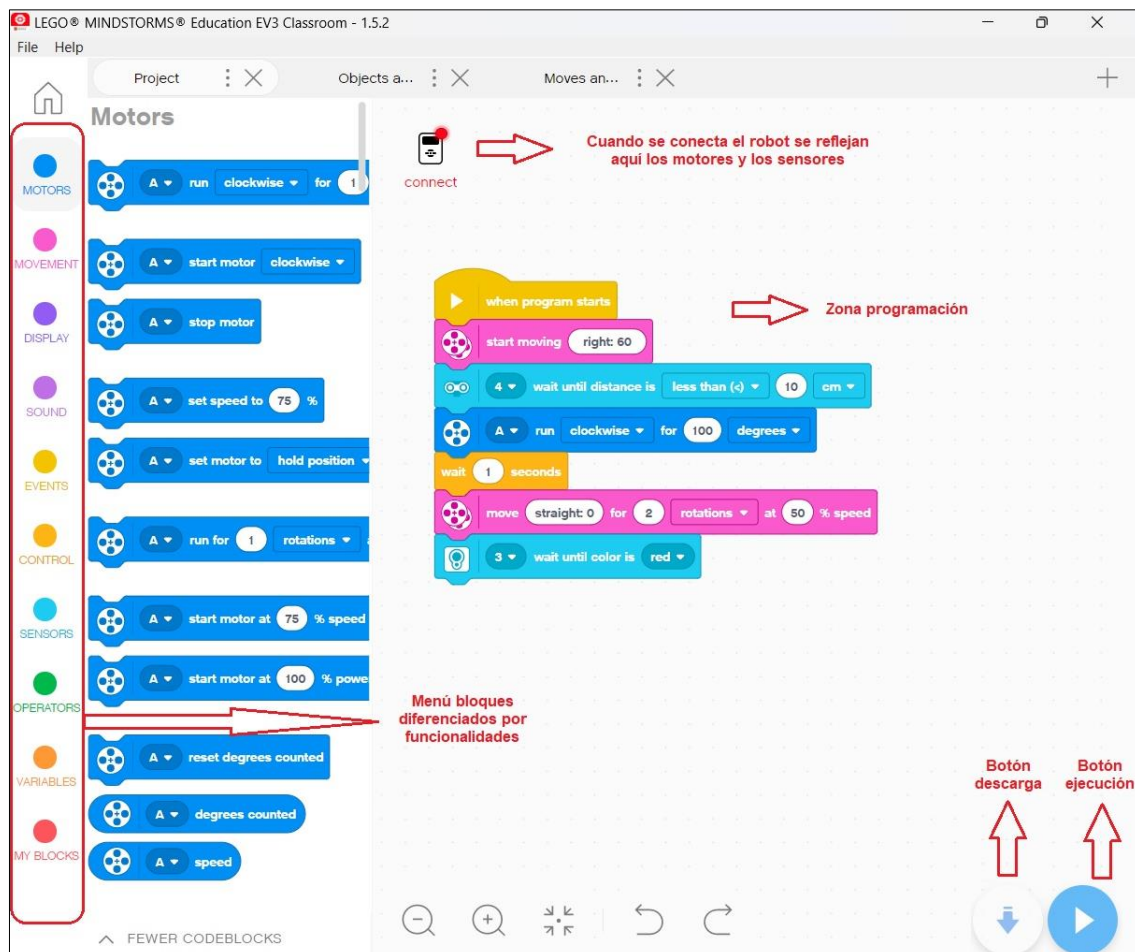


Figura 5.- Interfaz de la aplicación LEGO Mindstorms Education EV3 Classroom. Fuente: LEGO Education

En la parte superior de la pantalla, al conectar el robot por USB o por *bluetooth*, se reflejan los motores y sensores conectados.

Una vez creado el programa, se puede descargar en el robot a través de USB o *bluetooth* con uno de los botones mostrados en la parte inferior derecha. El otro botón, permite ejecutar el programa en el robot, aunque esto último también se puede hacer directamente desde el propio display.

La aplicación presenta una zona de programación donde se puede crear el código seleccionando los bloques que están diferenciados por funcionalidades en el panel de la zona izquierda.

Las funcionalidades que proporciona este menú son las siguientes:

 Motores	Permite realizar operaciones, fijar velocidades de los diferentes motores del robot
 Movimiento	Permite mover el robot hacia delante, hacia atrás, con giros definidos en grados o rotaciones de las ruedas, parar o definir la velocidad a la que se mueve
 Display	Permite escribir, mostrar dibujos en la pantalla del ladrillo o fijar el color de las luces de la pantalla
 Sonido	Permite crear tonos y melodías
 Eventos	Permite crear eventos de control
 Control	Tiene funcionalidades de programación de repetición.
 Sensores	Tiene funcionalidades relacionadas con los cuatro sensores del robot EV3 presentados anteriormente
 Operadores	Tiene funcionalidades para realizar operaciones matemáticas o lógicas

 VARIABLES Variables	Permite definir e inicializar variables
 MY BLOCKS Mis bloques	Permite definir funciones para poder utilizadas posteriormente.

Tabla 3.- Funcionalidades disponibles en la aplicación *Education Classroom EV3* de *LEGO*.

Esta aplicación de *LEGO* está disponible para *Windows*, *Mac*, *Chromebooks*, *Android* e *IOS*. La versión para *Windows 10* es la utilizada para el desarrollo de esta propuesta.

4. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EDUCATIVA: ROBÓTICA EDUCATIVA CON *LEGO*

La propuesta de introducción de la robótica para alumnos de 2º de la ESO para el aprendizaje de la robótica y la programación, se enmarca en la asignatura de Tecnología y Digitalización. Por tanto, el contenido y la dificultad de las prácticas planteadas se fundamenta en base al Decreto 73/2022, de 27 de julio, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Esta propuesta se compone de varias prácticas, divididas en dos fases. La primera fase se compone de unas prácticas guionizadas cuyos documentos completos se incorporan en los Anexos del documento, mientras que la última fase consiste en la consecución de un reto final. El objetivo es fomentar la vocación por las titulaciones STEAM en el marco en el que se desarrolla el contenido curricular correspondiente a la asignatura.

Este capítulo comienza con el planteamiento de los objetivos de las prácticas propuestas y su contribución al desarrollo de las competencias reseñadas. En los siguientes puntos, se detallan los materiales, métodos didácticos, y el desarrollo de la propuesta. Por último, los resultados obtenidos de su aplicación en el centro educativo.

4.1. Objetivos

El objetivo principal de esta propuesta es aprovechar el aprendizaje de las bases de la robótica como medio para fomentar vocaciones STEAM y sobre todo para estimular el pensamiento computacional, el razonamiento lógico, el trabajo en equipo y la creatividad con la programación orientada a objetos a través de los robots *LEGO Mindstorms EV3*.

La introducción de la robótica *LEGO* en la materia de Tecnología busca cumplir con otros objetivos adicionales que se exponen a continuación:

- Desarrollar una propuesta innovadora de aprendizaje mediante la utilización de robots en el aula.

- Iniciar a los alumnos en el uso de sistemas robóticos y mejorar sus competencias tecnológicas
- Favorecer el aprendizaje basado en problemas de forma sencilla, natural y lúdica.
- Fomentar una cultura basada en el sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- Promover la interrelación con diferentes asignaturas y programas del currículo escolar
- Acercar y divulgar los últimos avances de la ciencia y la tecnología desde una perspectiva educativa.
- Incentivar el trabajo cooperativo en el área científico-técnica para los alumnos de 2º de la ESO.
- Experimentar en el aula e introducir bases para el aprendizaje de sistemas de programación.
- Ayudar al desarrollo de otras competencias como la iniciativa, la creatividad, el liderazgo, la comunicación, la resolución de problemas, etc., fundamentales hoy en día.
- Optimizar los recursos didácticos y materiales existentes en el centro.

4.1.1. Contribución al desarrollo de las competencias

En este apartado se detalla la aportación de esta propuesta al desarrollo de algunas de las competencias clave del currículo establecidas en Educación Secundaria Obligatoria, de acuerdo con el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo. El trabajo de algunas de estas competencias se realiza de manera intrínseca y otras se trabajan de manera indirecta debido a la propia naturaleza transversal de la materia de Tecnología.

- **Competencia en comunicación lingüística:** Esta competencia se trabaja con la comprensión lectora de los guiones y en la comunicación efectiva necesaria para un trabajo colaborativo óptimo y eficaz.
- **Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e**

ingeniería: Esta competencia va implícita en los contenidos de la asignatura y es fundamental para desarrollar esta propuesta. La robótica es la herramienta principal con la que se aprende programación potenciando el pensamiento computacional y los procesos lógicos. Los alumnos comprenden qué es un pseudocódigo y aprenden a interpretarlo.

- **Competencia digital:** A través del robot y el software de *LEGO* los alumnos adquieren conocimientos de programación en bloques.
- **Competencia personal, social y de aprender a aprender:** La realización de los diferentes tutoriales y el reto que se les plantea requiere que el alumno realice un análisis de la situación, busque soluciones lógicas y todo ello asociándolo con situaciones actuales del funcionamiento de los robots. Se ambiciona lograr un aprendizaje significativo a través de la construcción y programación del robot por parte del alumno.
- **Competencia ciudadana:** El trabajo en equipo favorece el desarrollo de valores como el respeto y la tolerancia. Cada grupo de trabajo debe realizar una correcta planificación y organización del trabajo a realizar, a la vez que deben debatir y tener que argumentar puntos de vista diferentes de cara a la solución a implementar.
- **Competencia emprendedora:** Especialmente en el reto final, los alumnos deben analizar la mejor forma de programarlo intentando desarrollar su creatividad para lograr un robot lo más rápido y eficiente posible dentro de la competición.

La competencia plurilingüe no se trata directamente, pero los alumnos tienen la opción, y así se les recomienda, de configurar los tutoriales de la aplicación *LEGO EV3 Classroom* en inglés, de modo que les permita manejar la herramienta en inglés y así familiarizarse con un vocabulario más técnico.

De forma análoga, la competencia en conciencia y expresión culturales tampoco se trabaja directamente, pero sí implícitamente en el trabajo en grupo al expresar ideas propias y comprender y respetar las ideas de los demás incluso en momentos de tensión y exigencia por el cumplimiento de una actividad en

tiempo y forma.

4.2. Recursos didácticos y metodología

Como ya se ha introducido anteriormente, la propuesta planteada en robótica educativa se basa en el conjunto de recursos didácticos *LEGO EV3 MINDSTORMS* (*LEGO Robot Trainer*, s.f.).

Dentro de su aplicación *Education EV3 Classroom*, el fabricante *LEGO* presenta diferentes tutoriales divididos por niveles educativos. El nivel 'Robot trainer' que se engloba dentro de 'Robótica, ingeniería, ciencias computacionales y STEAM' contiene desarrollos para niveles desde primaria a 2º de la ESO y son los tutoriales y propuestas didácticas que se han seguido. Además, en cada una de estas propuestas se indica la configuración que debe tener el robot para poder realizar la práctica.

Cada alumno debe contar con un soporte informático, por ejemplo, un ordenador con acceso a internet, para poder ir siguiendo los diferentes tutoriales que se han utilizado como referencia para elaborar esta propuesta y los guiones adjuntados en los anexos.

La metodología que se pone en práctica consiste en transformar las clases, alejando las tradicionales clases magistrales y haciendo que la temática gire en torno a la robótica, en un espacio donde poner en práctica los conocimientos en un contexto de aprendizaje continuo. De este modo, el alumno y el profesor intervienen por igual en el proceso de aprendizaje, aumentando el trabajo en equipo y modificando el rol del formador a un papel más mediador y orientador.

Las prácticas guionizadas, en general, se plantean de manera individual, porque al ser la primera toma de contacto de los alumnos con la robótica se considera que esto facilita que les surjan más dudas y tengan que preguntar para poder avanzar. Sin embargo, el reto final de la materia se realiza en parejas, con el objetivo de lograr fomentar actitudes y desarrollar habilidades como la comunicación, la escucha activa, el respeto hacia el otro y el diálogo. Éstas son

aptitudes que serán fundamentales no solo en su etapa educativa, sino en su adaptación a la sociedad y al mundo profesional, como futuros ciudadanos críticos que puedan abordar situaciones, problemas y retos de manera integral.

4.2.1. Temporalización

En cuanto a la temporalización, se plantean catorce sesiones de la materia de Tecnología y Digitalización cuya duración suele ser en torno a los cincuenta minutos cada una. Esta planificación se puede ver modificada por diversas causas. La primera de ellas es el grupo con el que trabaje, el número de alumnos, el ritmo al que vayan avanzando, las dudas que vayan surgiendo, etc. Otra causa común es el tiempo disponible para la actividad porque hay una programación didáctica con más temas que abordar en este curso.

4.2.2. Organización de las sesiones

Las sesiones se organizan y dividen en tres bloques, como se muestra a continuación:

- **Introducción y toma de contacto:** una primera sesión de introducción al kit con el que trabajarán, para explicar su interfaz y sus guías de uso.
- **Prácticas guiadas:** después, diez sesiones para las cinco prácticas guiadas con una primera parte de contextualización del tema y explicación de pseudocódigo, para que, a continuación, sea el alumno quien experimente y realice programaciones en el entorno de desarrollo que le permitan ir entendiendo las diferentes funcionalidades y que surjan sus primeras dudas. Tras finalizar cada tutorial (2 sesiones), el alumno debe presentar su propio programa para que el robot realice las tareas indicadas en el guion.
- **Reto final:** el reto final se realiza en parejas y se trata de una programación libre en la que los alumnos deben lograr que el robot realice un reto con varias funciones. Finalmente se organiza una

competición para comprobar qué programación es más eficiente y, por tanto, qué robot realiza el reto en menos tiempo y de forma más creativa.

4.3. Desarrollo de la práctica

Primero se estima necesario realizar una introducción inicial para explicar los conceptos básicos, el entorno de programación y las normas de manejo y cuidado del material ya que, como se ha comentado anteriormente, se trata del primer contacto de los alumnos con la robótica.

En la primera fase de las prácticas se proponen unas sesiones guionizadas para que los alumnos se familiaricen con las diferentes funcionalidades del robot y con el entorno de desarrollo que permite programarlo a través de bloques.

En esta parte preliminar, el trabajo es individual, cada alumno con su robot *EV3*. Si el número de robots disponibles no fuesen suficientes para poder realizar la práctica de modo individual, es posible adaptarse realizando las prácticas en parejas. Sin embargo, el reto final se plantea para trabajar en grupos de dos personas.

FASE 1: PRÁCTICAS GUIADAS

PRÁCTICA 1.- MOVES AND TURNS

El principal objetivo de esta práctica es que el alumno se habitúe a trabajar con el robot y con el nuevo entorno de programación descubriendo cómo controlar los movimientos y giros disponibles. Por último, crean su primer programa para mover el robot.

- **Metodología**

Para el desarrollo de la práctica se sigue el tutorial de la aplicación *EV3 Classroom*. El profesor comienza definiendo a los alumnos el objetivo de la práctica partiendo de una situación real y visual con la utilización de los robots automatizados en fábricas o almacenes. A continuación, se les explica el pseudocódigo que muestra la aplicación.



Figura 6.- Pseudocódigo tutorial Moves and Turns. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

Por último, con los conocimientos vistos durante la clase, los alumnos deben realizar una programación que mueva su robot de tres maneras diferentes.

- **Materiales y recursos**

Consta de un guion compartido subido al Moodle de la asignatura (Anexo

l), el soporte informático del alumno con acceso a internet y el robot *LEGO* EV3.

Durante el tutorial de la aplicación, se muestra al alumno la configuración, en cuanto a conexiones, sensores y motores, que debe tener su robot. En esta práctica el robot debe tener conectado el motor mediano y los motores grandes a las ruedas, dicha configuración se corresponde con la siguiente figura:

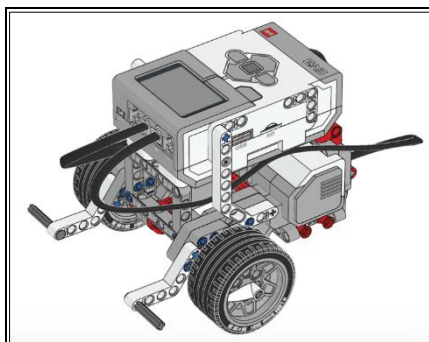


Figura 7.- Configuración del robot EV3 necesaria

para la práctica Moves and turns. Fuente: *LEGO* Robot Trainer (s.f.).

- **Evaluación**

Se evalúa mediante rúbricas, tanto de la programación del robot como de observación de aula. (Anexo VI y Anexo VII)

- **Duración estimada**

La duración son dos sesiones, al finalizar la segunda clase el alumno debe presentar su programación.

PRÁCTICA 2.- OBJECTS AND OBSTACLES

El principal objetivo de esta práctica es que el alumno aprenda a utilizar el sensor ultrasónico para que su robot detecte objetos y basándose en eso realice alguna acción como, por ejemplo, parar o cambiar el movimiento. Al finalizar las sesiones, el alumno debe realizar una programación en la que su robot mediante el uso del sensor ultrasónico detecte el cuboide.

- **Metodología**

Siguiendo el tutorial de la aplicación, el profesor conecta el objetivo de la práctica con la vida real. Los robots que se utilizan en fábricas incorporan sensores que habilitan la posibilidad de que reaccionen a su entorno y puedan detectar obstáculos y evitar colisiones.

Seguidamente, les explica el pseudocódigo que muestra la aplicación.

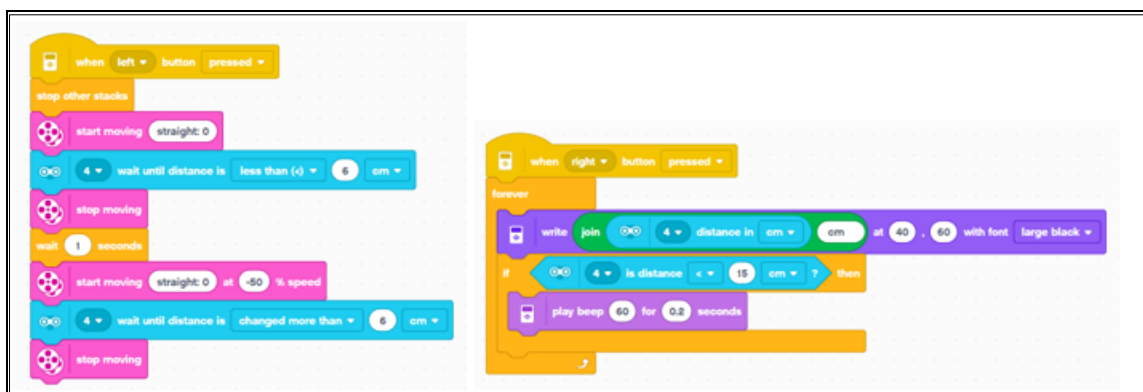


Figura 8.- Pseudocódigo tutorial Objects and obstacles. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

Por último, con los conocimientos vistos durante la clase, los alumnos deben realizar una programación en la que su robot reaccione de dos maneras diferentes a dos distancias del cuboide. Por ejemplo, cuando el cuboide esté a 10 cm de distancia pare y cambie su trayectoria y cuando lo detecte a 5 cm emita un sonido.

- **Materiales y recursos**

Consta de un guion compartido subido al Moodle de la asignatura (Anexo

II), el soporte informático del alumno con acceso a internet, el robot *LEGO EV3* y el cuboide. En esta práctica el robot debe tener conectado el motor mediano y los motores grandes a las ruedas, el sensor de ultrasonido y el cuboide. Dicha configuración se corresponde con la siguiente figura:

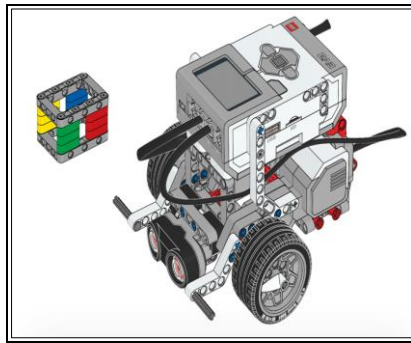


Figura 9.- Configuración del robot EV3 necesaria

para la práctica Objects and obstacles. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

- **Evaluación**

Se evalúa mediante rúbricas, tanto de la programación del robot como de observación de aula. (Anexo VI y Anexo VII)

- **Duración estimada**

La duración son dos sesiones y al finalizar la segunda clase el alumno debe presentar su programación.

PRÁCTICA 3.- GRAB AND RELEASE

El principal objetivo de esta práctica es que el alumno descubra cómo se pueden incorporar herramientas motorizadas a los robots que les permita ampliar el espectro de tareas a realizar.

Al finalizar las sesiones, el alumno debe realizar una programación en la que su robot detecte el cuboide, lo coge y lo suelta.

- **Metodología**

A través del tutorial de la aplicación, el profesor les plantea las herramientas adicionales que en ocasiones se incorporan a los robots para que puedan realizar tareas adicionales.

Seguidamente, les explica el pseudocódigo que muestra la aplicación y que permite bajar y subir la palanca del robot para coger un objeto.

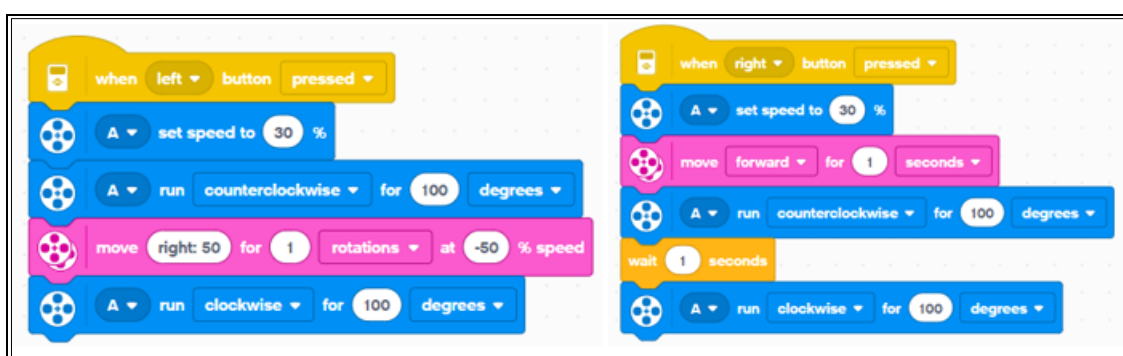


Figura 10.- Pseudocódigo tutorial Grab and reléase. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

Finalmente, los alumnos deben realizar una programación para detectar el cuboide, cogerlo con la palanca, realizar unos movimientos, soltar el cuboide y volver a la posición inicial.

- **Materiales y recursos**

Consta de un guion compartido subido al Moodle de la asignatura (Anexo III), el soporte informático del alumno con acceso a internet, el robot *LEGO EV3*, la palanca y el cuboide. En esta práctica el robot debe tener conectado el motor

mediano, los motores grandes a las ruedas, el sensor de ultrasonido, la palanca y el cuboide. Dicha configuración se corresponde con la siguiente figura:

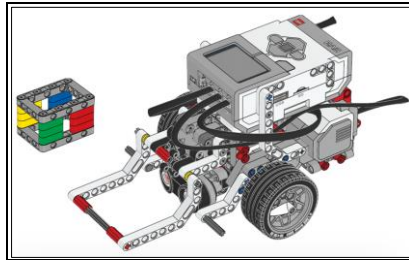


Figura 11.- Configuración del robot EV3 necesaria

para la práctica Grab and reléase. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

- **Evaluación**

Se evalúa mediante rúbricas, tanto de la programación del robot como de observación de aula. (Anexo VI y Anexo VII)

- **Duración estimada**

La duración son dos sesiones y al finalizar la segunda clase el alumno debe presentar su programación.

PRÁCTICA 4.- COLORS AND LINES

El propósito de esta práctica es que el alumno aprenda diferentes formas de guiar el robot mediante el uso del sensor de color.

Al final de la práctica, el alumno debe realizar un programa propio para que su robot realice un recorrido siguiendo una línea negra.

- **Metodología**

A través del tutorial de la aplicación, el profesor les plantea las herramientas adicionales que en ocasiones se incorporan a los robots para que puedan realizar tareas adicionales.

El profesor ilustra al alumnado acerca de la importancia de la calidad del código de su programación, para lo que es importante evitar el *hardcode*, es decir, introducir datos directamente haciendo una programación poco dinámica. Por ello, por ejemplo, una manera de guiar el robot es seguir líneas de colores en el suelo utilizando el sensor de color del robot.

Para continuar, el profesor explica el pseudocódigo planteado en el tutorial, según el cual el robot para al detectar una línea negra y el robot sigue una línea negra:

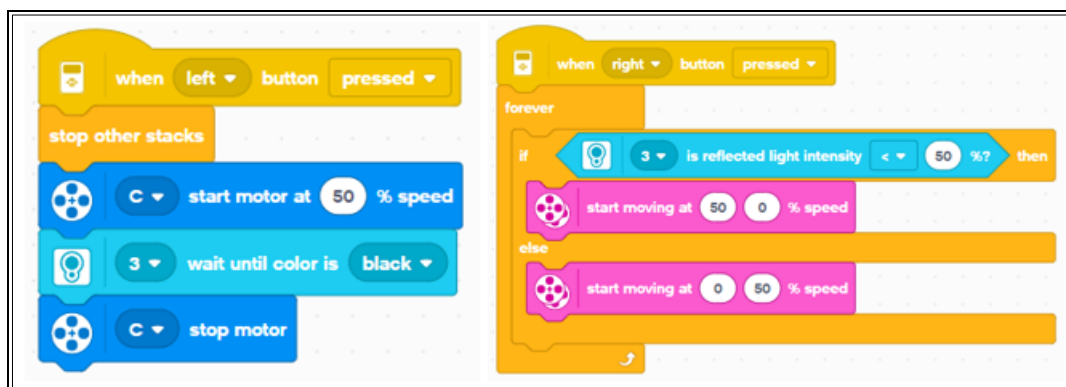


Figura 12.- Pseudocódigo tutorial Colors and lines. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

Por último, los alumnos deben programar sus robots para que realicen un circuito siguiendo una línea negra.

- **Materiales y recursos**

Consta de un guion compartido subido al Moodle de la asignatura (Anexo IV), el soporte informático del alumno con acceso a internet, el robot *LEGO EV3* con el sensor de color. En esta práctica el robot debe tener conectado el motor mediano, los motores grandes a las ruedas y el sensor de color. Dicha configuración se corresponde con la siguiente figura:

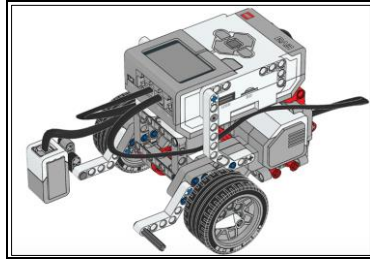


Figura 13.- Configuración del robot EV3 necesaria

para la práctica Colors and lines. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

- **Evaluación**

Se evalúa mediante rúbricas, tanto de la programación del robot como de observación de aula. (Anexo VI y Anexo VII)

- **Duración estimada**

La duración son dos sesiones y al finalizar la segunda clase el alumno debe presentar su programación.

PRÁCTICA 5.- ANGLES AND PATTERNS

Esta práctica tiene el objetivo de que los alumnos utilicen el sensor de giro y descubran cómo permite realizar giros precisos y realizar el seguimiento de la posición del robot.

Al final de la práctica, el alumno debe realizar un programa propio para que su robot realice un cuadrado con ángulos de 90° y un triángulo isósceles para trabajar con diferentes ángulos.

- **Metodología**

El profesor plantea situaciones reales en las que sea importante conocer el cambio de orientación del robot o lograr un giro con mucha precisión.

Después introduce al alumnado el pseudocódigo planteado en el tutorial, según el cual el robot se mueve hacia la derecha hasta que detecte un cambio de 45 grados

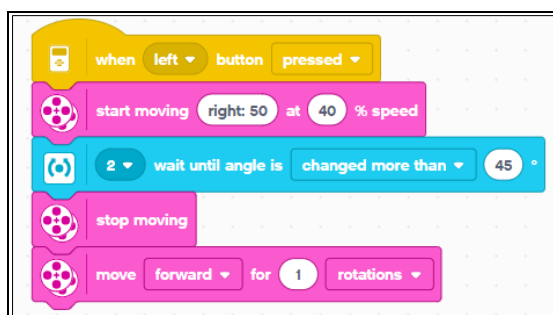


Figura 14.- Pseudocódigo tutorial Angles and patterns. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

Para finalizar, con la programación del alumno el robot debe moverse siguiendo un cuadrado para trabajar con ángulos de 90° y posteriormente un triángulo rectángulo para trabajar con diferentes ángulos.

- **Materiales y recursos**

Consta de un guion compartido subido al Moodle de la asignatura (Anexo V), el soporte informático del alumno con acceso a internet, el robot *LEGO EV3* con el sensor de giro. En esta práctica el robot debe tener conectado el motor

mediano, los motores grandes a las ruedas y el sensor de giro. Dicha configuración se corresponde con la siguiente figura:

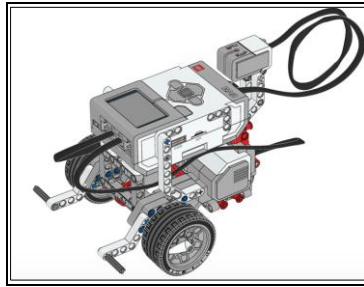


Figura 15.- Configuración del robot EV3 necesaria

para la práctica Angles and patterns. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

- **Evaluación**

Se evalúa mediante rúbricas, tanto de la programación del robot como de observación de aula. (Anexo VI y Anexo VII)

- **Duración estimada**

La duración son dos sesiones y al finalizar la segunda clase el alumno debe presentar su programación.

FASE 2: RETO FINAL

Este reto final se presenta tras la realización de las prácticas guiadas del tutorial de la aplicación de *LEGO EV3 Classroom*.

Los alumnos se agrupan en parejas y deben programar su robot para que realicen el siguiente recorrido:

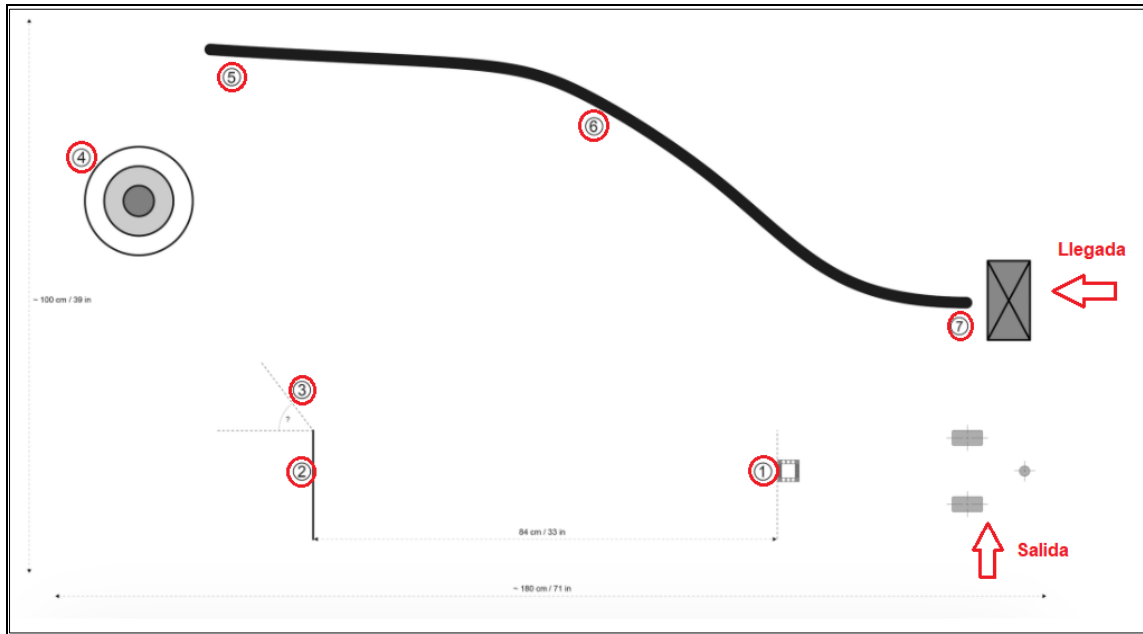


Figura 16.- Recorrido del reto final. Fuente: *LEGO Robot Trainer* (s.f.).

- **Metodología**

El profesor plantea el reto en el cual cada grupo debe programar el robot para que realice siete misiones. La programación se debe realizar con los conocimientos aprendidos durante las sesiones guiadas anteriores. Es importante destacar, que, si bien se les presentan unas pequeñas pautas, los alumnos tienen total libertad para el desarrollo del programa.

El robot parte del punto de salida **1**, recoge el cuboide en el punto **2**, llega al punto **3**, realiza el giro correspondiente y se dirige al punto **4** donde suelta el cuboide. A continuación, se debe dirigir al punto **5**, continuar por la línea negra **6** hasta llegar al punto **7** donde debe detectar un objeto y frenar antes de tocarlo.

Los grupos de trabajo los compone el profesor en función de su rendimiento académico previo a esta propuesta, tratando de mantener una

heterogeneidad, de forma que las calificaciones de los miembros del grupo en la materia de Tecnología supongan una muestra representativa de la clase.

Al finalizar la última sesión, se realiza una carrera entre los robots de los diferentes equipos de la clase, que gana el equipo que tarde menos tiempo en realizar el recorrido llevando a cabo las diferentes tareas.

- **Materiales y recursos**

El soporte informático del alumno con acceso a internet, el robot *LEGO EV3* con todos los sensores: color, giro, ultrasónico y táctil, el cuboide y la palanca.

- **Evaluación**

Se evalúa mediante rúbricas, tanto de la programación del robot como de observación de aula. (Anexo VI y Anexo VIII)

- **Duración estimada**

La duración son tres sesiones. Cuando finalicen se presenta la programación y se realiza la competición.

4.4. Resultados

La propuesta presentada en este trabajo se ha podido llevar a cabo gracias al colegio Esclavas y a mi tutor en ese centro, Juan Sánchez-Palacín. El colegio se trata de un centro concertado perteneciente a la Fundación Educativa ACI y que desarrolla su actividad en los niveles de Educación Infantil, Educación Primaria, ESO y Bachillerato.

Se encuentra situado en la Avenida Pérez Galdós 41 de Santander, en uno de los enclaves turísticos de la ciudad, popular por sus playas cercanas y considerada una de las zonas más exclusivas. Debido a su ubicación, la mayoría de los alumnos del colegio proviene de la zona centro de Santander y de los barrios próximos, pero por su fácil accesibilidad desde una de las principales entradas a la ciudad (S-20), también ha aumentado el número de alumnos que proceden de poblaciones limítrofes.

Por consiguiente, se observa que al colegio acuden alumnos de distintas zonas de Santander o de poblaciones circundantes, así como de diversos niveles socioeconómicos y culturales. Esta heterogeneidad del alumnado contribuye al enriquecimiento social y cultural de toda la comunidad educativa. El centro actualmente cuenta con 1113 alumnos y la propuesta de este trabajo se ha puesto en práctica con el alumnado de 2º de la ESO. En dicho curso, se cuenta con tres unidades: A, B y C y cada una de ellas con el siguiente número de alumnos:

- 2º ESO A: 29 alumnos
- 2º ESO B: 31 alumnos
- 2º ESO C: 31 alumnos

Para la materialización de la propuesta el centro cuenta con 23 robots, por lo que varios alumnos han realizado las prácticas guionizadas en parejas, por cuestiones de disponibilidad de material. En general, se propone realizar la parte inicial de la propuesta de manera individual porque es un privilegio contar con tantos kits de robótica y de esta forma se puede sacar el máximo rendimiento de ellos. Además, cada alumno cuenta con su propio *Chromebook*, que les permite

realizar el seguimiento de los tutoriales a través de la aplicación de *LEGO*.

El desarrollo de las cinco prácticas guionizadas se ha llevado a cabo durante el segundo cuatrimestre del curso 2022-2023 contando su evaluación para la nota de ese período. Sin embargo, el reto final se ha realizado durante el inicio del tercer trimestre, por lo que su evaluación se tiene en cuenta para el último período del curso. Por último, la realización de la competición de los robots no ha sido posible por limitaciones temporales ya que los alumnos de 3º de la ESO debían comenzar con la robótica en su asignatura de Tecnología y Digitalización y necesitaban desmontar los robots.

El mayor inconveniente encontrado y que ha retrasado la puesta en práctica de esta propuesta, han sido los problemas de conectividad *bluetooth* entre el robot y los *Chromebooks* de los alumnos con la aplicación *Education EV3 Classroom*. Todo hubiera sido mucho más sencillo si los alumnos hubieran podido conectar directamente el *Chromebook* al robot mediante USB, como se puede hacer desde un portátil. Sin embargo, tal y como se ha visto en foros de la materia, es un problema generalizado que aún no se ha conseguido solucionar definitivamente. Como solución alternativa y para intentar maximizar el tiempo efectivo de la clase, se han tenido que reiniciar los robots, desde la aplicación de *bluetooth* dejar de recordar todos los emparejamientos que existieran, y en ocasiones, incluso salir al pasillo para alejarnos de otros dispositivos y lograr que lo reconocieran.

En general, los alumnos se han adaptado muy bien a la utilización de los robots educativos y las notas de las prácticas guiadas han reflejado esta buena adaptación. Sin embargo, antes de iniciar las prácticas, manejaba unas expectativas muy altas respecto a la curva de aprendizaje que podía encontrarme, dado que los alumnos forman parte de la generación de nativos digitales que definió Prensky (2001), pero la realidad me ha demostrado que no es así. De hecho, en el último reto planteado, en el que la programación era libre y no tan pautada como en las prácticas previas, les ha costado significativamente lograr que el robot realizase todas las tareas de forma autónoma.

Son usuarios avanzados, pero, por ejemplo, entender un pseudocódigo les resulta bastante complejo, y en muchos casos, presentan prejuicios hacia la programación o la robótica, que les hace percibirlas como materias muy complejas. La introducción de casos de aplicación reales al inicio de las sesiones de prácticas guiadas ha buscado acercar de forma visual y tangible el conocimiento impartido. Considero que la demostración de esa vigencia de la robótica y la programación en nuestro día a día ha contribuido a disminuir las barreras de entrada iniciales.

El objetivo final de la práctica es que además de ese nivel usuario que generacionalmente en muchos casos, se les presupone, descubran las infinitas posibilidades que aportan las nuevas tecnologías, logrando una motivación adicional al emplear la robótica como entorno para fomentar vocaciones científico-tecnológicas.

5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Para finalizar en este apartado se detallan dos secciones con las conclusiones alcanzadas y las posibles líneas futuras de trabajo.

5.1. Conclusiones

Las TIC han irrumpido en todos los ámbitos de nuestra sociedad por lo que su incorporación a la educación es necesaria e imprescindible. La educación está cambiando, tanto en contenido como en metodología y obliga a flexibilizar el currículum para lograr el desarrollo de nuevas competencias y destrezas.

Por un lado, el alumnado necesitará desarrollar su alfabetización digital porque será esencial para poder adaptarse a la sociedad actual y poder solucionar los retos y desafíos que se les planteen en su futuro. Y, por otro lado, actualmente las empresas tecnológicas se encuentran con una escasez acuciante de perfiles profesionales expertos en TIC a la vez que se observa un problema de falta de vocación científico-tecnológica. Esta situación contradictoria, revela una falta de correlación entre la oferta y la demanda porque el porcentaje de alumnos que opta por estudios de la rama STEAM es mucho menor que los alumnos que optan por otras ramas de estudio, a pesar de tener, a priori, menos salidas laborales.

El desarrollo de las competencias STEAM es un objetivo fundamental para organismos internacionales como la UNESCO o la OCDE y para muchos países como, por ejemplo, Estados Unidos. De hecho, en el caso de España vemos como la nueva ley LOMLOE lo incluye como una de sus competencias clave, sin tener en cuenta la A de arte: **Competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)**

Basándome en todo lo anterior, el objetivo de este trabajo ha sido plantear una propuesta desde la materia de Tecnología que permita fomentar esta competencia STEM/STEAM a través del aprendizaje de la robótica educativa.

Utilizar la robótica educativa como entorno de aprendizaje significativo en el que el alumno construya su aprendizaje a partir de unos contenidos y con las

prácticas que va realizando. Mediante la robótica, pueden aprender nuevos lenguajes, como la programación, que se puede considerar clave para su desarrollo profesional y la mejora de sus futuras perspectivas laborales.

Esta práctica ha supuesto la primera toma de contacto de los alumnos con la robótica, por lo que es interesante intentar que el proceso les motive, despierte su curiosidad e interés y aumente su vocación por este tema de cara a poder continuar su formación en alguna rama relacionada con ello. O por lo menos, pretende acercar la materia y eliminar esa tendencia a asociarlo con la dificultad, evitando que el inicio suponga un desencanto que frene la profundización en las nuevas tecnologías en ámbitos que trasciendan al mero usuario final.

5.2. Líneas futuras de trabajo

Por último, como líneas futuras de este trabajo, sería interesante llevar a cabo la competición que por tiempo no hemos podido realizar y ver su resultado y el efecto que puede desencadenar en los alumnos y en su forma de afrontar la asignatura en el futuro.

El kit utilizado en la propuesta es muy versátil, por lo que una vez realizada esta iniciación a la robótica y asentadas sus bases, el robot se puede utilizar en cursos posteriores para realizar diseños y programaciones más complejas, así como para el aprendizaje de lenguajes de programación más avanzados.

Otra posible vía de trabajo que permitiría lograr un mayor impulso de las competencias en comunicación lingüística y en conciencia y expresión culturales, consistiría en solicitar a los alumnos, tras la finalización del tutorial, la creación de una presentación o video indicando, algunas de las características más importantes de su programa.

Además, en torno a la robótica educativa, existe una comunidad muy amplia y existen muchos eventos relacionados con ello. Sería interesante que, tras la realización de las prácticas, el alumnado pueda participar en alguno de estos concursos ahora que han vuelto a activarse tras el parón obligado por el COVID-19.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bautista García-Vera, A. (2007). Alfabetización tecnológica multimodal e intercultural. *Revista De Educación*, 343, 209-210.
- Caballero-González, Y. A. y García-Valcárcel Muñoz-Repuso, A. (2020). Fortaleciendo el pensamiento computacional y habilidades sociales mediante actividades de aprendizaje con robótica educativa en niveles escolares iniciales. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 58, 117-142. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.75059>
- Castro-Campos, P. A. (2022). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158-175. <http://doi.org/10.21676/23897856.3762>
- Cortés Osorio, J. A, Arbeláez, O. y Mendoza Vargas, J. A. (2009). EL ENTORNO LEGO MINDSTORMS EN LA INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA Y LA PROGRAMACIÓN. *Scientia et technica*, 1(41), 42-45.
- Decreto 73/2022 (2022, 27 de julio). Currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Boletín Oficial de Cantabria Nº.151 <https://boc.cantabria.es/boces/verAnuncioAction.do?idAnuBlob=374886>
- Feito Alonso, R. (2001). Educación, nuevas tecnologías y globalización. *Revista de Iberoamericana de Educación a distancia*, 5(1), 191–199. <http://doi.org/10.5944/ried.5.1.1129>
- Fernández Cruz, F. y Fernández Díaz, M. J. (2016). Los docentes de la Generación Z y sus competencias digitales. *Comunicar*, 46, 97-105. <https://doi.org/10.3916/C46-2016-10>

- George Reyes, C. E. y Avello-Martínez, R. (2021). Alfabetización digital en la educación. Revisión sistemática de la producción científica en Scopus. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(66).
<https://doi.org/10.6018/red.444751>
- González Fernández, M. O., Flores González, Y. A. y Muñoz López, C (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 1-19.
https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- Hernández, R.M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325-347.
<https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Lamoyi Villamil, L. B. (2012). La robótica LEGO Mindstorms®: un recurso didáctico para fortalecer el pensamiento lógico matemático. *Perspectivas docentes*, 47, 12-17.
- LEGO (s.f.). Recuperado de <https://www.LEGO.com>
- LEGO Education (s.f.). LEGO® Education. Recuperado de:
<https://education.LEGO.com/en-us>
- LEGO Robot Trainer (s.f.). Recuperado de <https://education.LEGO.com/en-us/lessons/ev3-robot-trainer>
- Morales, P. (2021). Uso de la robótica educativa como medio para favorecer la creatividad en la educación no formal. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 11, 85-97.
<https://doi.org/10.6018/riite.463631>

Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
Recuperado de: <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>

MIT News | Massachusetts Institute of Technology. (1 de Agosto de 2016)
Professor Emeritus Seymour Papert, pioneer of constructionist learning, dies at 88. <https://news.mit.edu/2016/seymour-papert-pioneer-of-constructionist-learning-dies-0801>

Real Academia Española: *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., [versión 23.6 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [Consultado el:12/05/2023]

Resolución de 14 de marzo de 2020, por la que se suspende la actividad presencial en todos los Centros Educativos de la Comunidad Autónoma de Cantabria, como consecuencia de la evolución epidemiológica del coronavirus (COVID-19), BOC Extraordinario núm. 12, 735 (2020).

Ruiz Vicente, F., Zapatera, A., Montes, N., Rosillo, N. (2019). *Proyectos STEAM con LEGO Mindstorms para educación primaria en España*. En INNODOCT/18. International Conference on Innovation, Documentation and Education. Editorial Universitat Politècnica de València. 711-720.
<https://doi.org/10.4995/INN2018.2018.8836>

Sullivan, A. & Bers, M. U. (2018). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singa-pore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 325-346.
<http://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>

UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. París.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371024.locale=en>

Yakman, G. (2008) STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *Pupils Attitudes Towards Technology. 2008 Annual Proceedings*. Netherlands.

Yakman G., Lee, H. (2012) Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association for Science Education* 6(32), 1072-1086.

ANEXOS

ANEXO I.- GUION PRÁCTICA 1: MOVES AND TURNS

PRÁCTICA 1.- MOVES AND TURNS

Introducción

Tras la sesión previa en la que hemos visto el funcionamiento del robot, el entorno de programación y las normas de manejo y cuidado vamos a realizar nuestra primera programación.

En esta práctica aprenderemos a programar utilizando bloques, que como vimos en la aplicación de *LEGO* se encajan como si fuesen un puzle.

Recuerda las funcionalidades del menú que vimos en la primera sesión:

 Motores	Permite realizar operaciones, fijar velocidades de los diferentes motores del robot
 Movimiento	Permite mover el robot hacia delante, hacia atrás, con giros definidos en grados o rotaciones de las ruedas, parar o definir la velocidad a la que se mueve
 Display	Permite escribir, mostrar dibujos en la pantalla del ladrillo o fijar el color de las luces de la pantalla
 Sonido	Permite crear tonos y melodías
 Eventos	Permite crear eventos de control
 Control	Tiene funcionalidades de programación de repetición.

 Sensores	Tiene funcionalidades relacionadas con los cuatro sensores del robot EV3 presentados anteriormente
 Operadores	Tiene funcionalidades para realizar operaciones matemáticas o lógicas
 Variables	Permite definir e inicializar variables
 Mis bloques	Permite definir funciones para poder utilizadas posteriormente.

Antes de empezar vamos a pensar...

Imagina alguno de los almacenes que tiene Amazon, ¿cómo crees que serán? Eso es, GIGANTES. En este tipo de entornos y en fábricas es muy habitual encontrar robots autónomos para automatizar tareas, como, por ejemplo, mover cajas.

¿Qué movimientos crees que deben poder realizar esos robots?



Desarrollo

1. En tu *Chromebook* abre la aplicación *LEGO Mindstorms Education EV3 Classroom*



2. Enciende el ordenador y conéctalo a través del *bluetooth*
3. Accede al tutorial de 'Moves and turns':



Moves and Turns

Making Controlled Movements

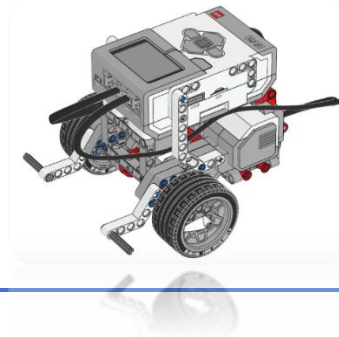
The factory manager has ordered a wheeled robot to help automate some tasks. The Driving Base has arrived, and it's

▼ MORE

START
⌚ 45-90 min.

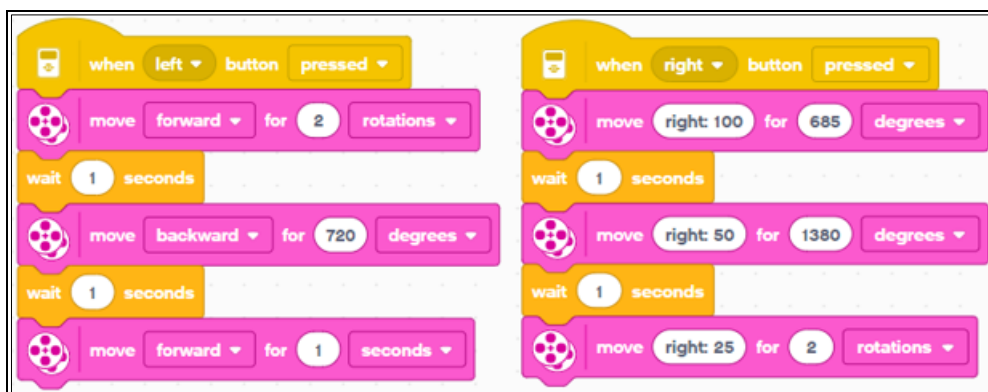
4. Vamos siguiendo los pasos del tutorial y en el paso 02/06 la aplicación nos muestra la configuración que debe tener nuestro robot:

- Motor mediano
- Motores grandes a las ruedas



Es decir, para poder realizar esta práctica el robot debe tener conectado el motor mediano y los motores grandes a las ruedas.

5. En el paso 03/06 la aplicación nos muestra dos códigos en el entorno de programación y el video con el movimiento que realiza el robot al ejecutar estos dos programas:



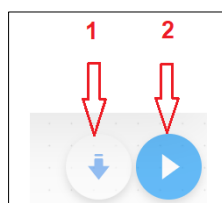
En ambos códigos utiliza la funcionalidad de movimiento (rosa) y las de control y eventos (naranjas).

Con el primer código, al pulsar el botón izquierdo del display del robot, éste se desplaza recto de tres modos diferentes: hacia delante dos rotaciones, hacia atrás durante 720 grados (cada giro de la rueda son 360 grados) y hacia delante durante un segundo.

Con el segundo código, al pulsar el botón derecho del display del robot, éste realizará tres giros hacia la derecha con diferentes amplitudes.

6. Ahora es tu turno, prueba con los diferentes tipos de movimientos a mover y girar el robot en diferentes direcciones.

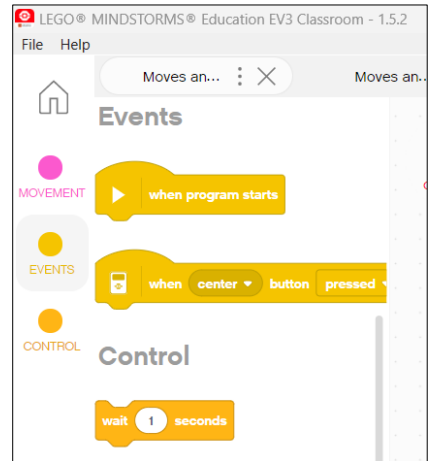
NOTA: Recuerda que para descargar la programación (1) y ejecutarla (2) en el robot, son los dos botones mostrados en la parte inferior derecha.



Evaluación

Debes programar tu robot para que se mueva de tres formas diferentes. Por ejemplo: avanzar hacia delante, girar sobre sí mismo y volver avanzando hacia detrás.

Recuerda: En la pantalla de la aplicación, se habilitan las opciones de las funcionalidades que puedes utilizar: **Movement**, **Events** y **Control**



ANEXO II.- GUION PRÁCTICA 2: OBJECTS AND OBSTACLES

PRÁCTICA 2.- OBJECTS AND OBSTACLES

Introducción

En nuestra primera práctica hemos visto cómo podemos programar el robot para que se mueva de varias formas diferentes.

En esta práctica aprenderemos a utilizar el sensor ultrasónico para que el robot detecte objetos y en base a eso pueda parar o cambiar el movimiento.

Antes de empezar vamos a pensar...

¿Por qué creéis que es importante que el robot incorpore este sensor?

¿Cómo funciona el sensor ultrasónico? ¿Sabéis algún animal que también lo utilice?

Desarrollo

Una vez que hayáis accedido en el *Chromebook* a la aplicación *LEGO M Mindstorms Education EV3 Classroom* y hayáis conectado el robot mediante *bluetooth* seguiremos estos pasos:

1. Accede al tutorial de 'Objects and Obstacles':



Objects and Obstacles

Using the Ultrasonic Sensor

The Driving Base moves like a charm, but there's a problem. It keeps bumping into walls, and there have been near

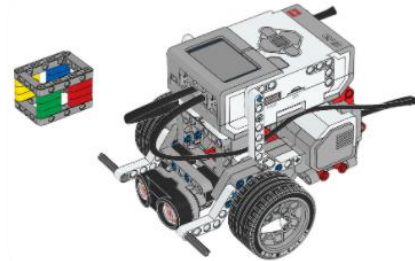
▼ MORE

START

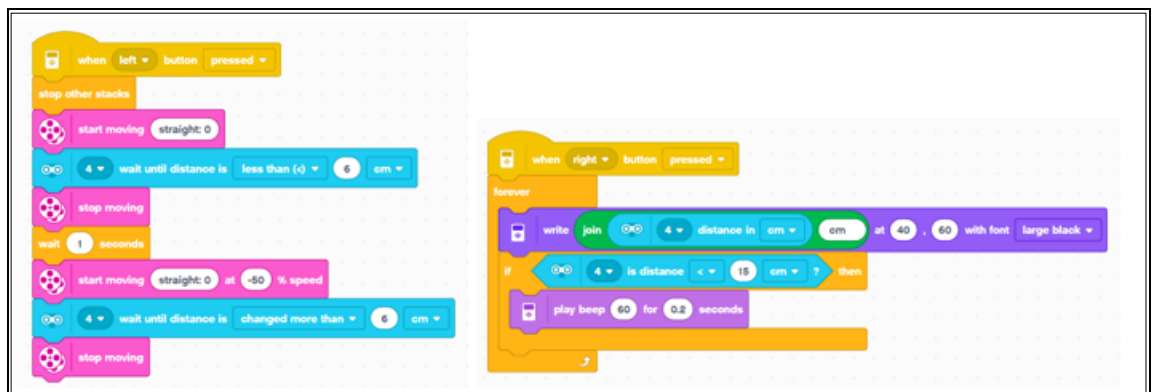
⌚ 45-90 min.

2. Vamos siguiendo los pasos del tutorial y en el paso 02/06 la aplicación nos muestra la configuración que debe tener nuestro robot:

- Motor mediano
- Motores grandes a las ruedas
- Cuboide
- Sensor ultrasonidos



3. En el paso 03/06 la aplicación nos muestra dos códigos en el entorno de programación y el video con el movimiento que realiza el robot al ejecutar estos dos programas:



Con el primer código, al pulsar el botón izquierdo del display del robot, éste se desplaza hasta que detecta el cuboide a una distancia de 6 cm y posteriormente se vuelve a mover para detenerse cuando la distancia haya cambiado más de 6 cm. En este caso utiliza la funcionalidad de movimiento (rosa), las de control y eventos (naranjas) y la del sensor de ultrasonidos (azul claro).

Con el segundo código, al pulsar el botón derecho del display del robot, éste mostrará en la pantalla la distancia al objeto y cuando sea inferior a 15 cm el robot emitirá un sonido.

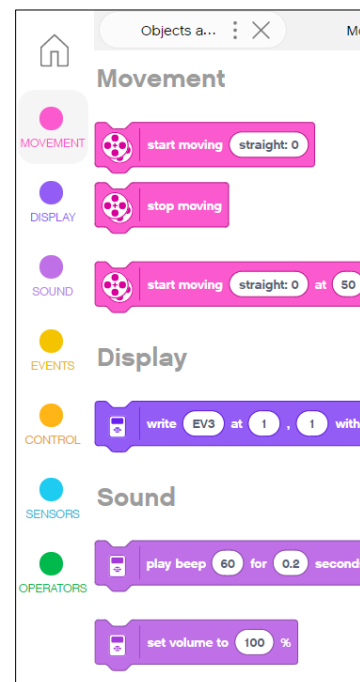
En este caso utiliza la funcionalidad de movimiento (rosa), las de control y eventos (naranjas), la de sensores (azul), la de display para escribir la distancia en la pantalla (morado oscuro) y la de sonidos (morado claro),

4. Ahora es tu turno, prueba con el sensor de ultrasonidos a detectar diferentes distancias y que el robot realice distintas acciones.

Evaluación

Debes realizar una programación en la que tu robot reaccione de dos maneras diferentes a dos distancias del cuboide. Por ejemplo, cuando el cuboide esté a 10 cm de distancia que pare y cambie su trayectoria y cuando lo detecte a 5 cm emita un sonido.

Recuerda: En la pantalla de la aplicación, se habilitan las opciones de las funcionalidades que puedes utilizar: **Movement, Display, Sound, Events, Control, Sensors y Operators**



ANEXO III.- GUION PRÁCTICA 3: GRAB AND RELEASE

PRÁCTICA 3.- GRAB AND RELEASE

Introducción

En las primeras prácticas hemos visto cómo programar los movimientos y giros de nuestro robot y hemos aprendido a utilizar el sensor de ultrasonidos.

Ahora vamos a descubrir cómo se pueden incorporar herramientas motorizadas a los robots que les permita ampliar las tareas a realizar.

Antes de empezar vamos a pensar...

¿Qué herramientas motorizadas creéis que necesitaría nuestro robot para poder coger y soltar objetos? ¿Qué tareas debe ser capaz de hacer una herramienta motorizada diseñada para manejar objetos?

Desarrollo

Una vez que hayáis accedido en el *Chromebook* a la aplicación *LEGO M Mindstorms Education EV3 Classroom* y hayáis conectado el robot mediante *bluetooth* seguiremos estos pasos:

1. Accede al tutorial de 'Grab and release':



Grab and Release

Using a Motorized Tool

The Driving Base is moving around autonomously without causing any accidents. Now it's time to use it to perform

▼ MORE

START

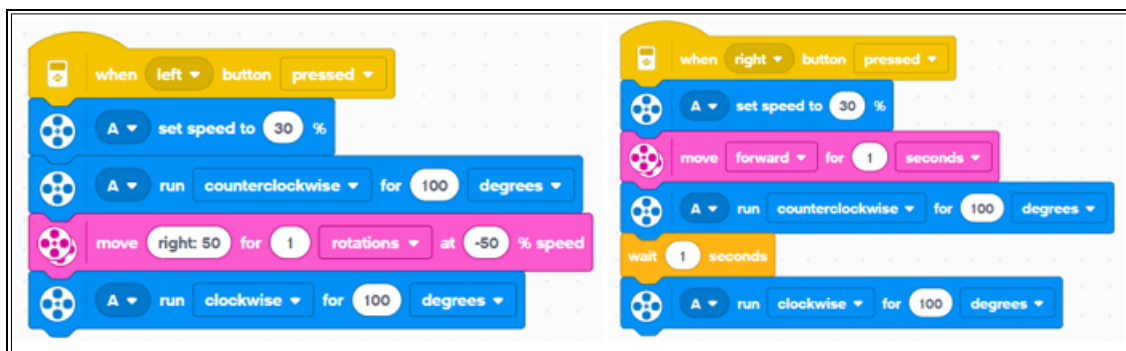
⌚ 45-90 min.

2. Vamos siguiendo los pasos del tutorial y en el paso 02/06 la aplicación nos muestra la configuración que debe tener nuestro robot:

- Motor mediano
- Motores grandes a las ruedas
- Cuboide
- Sensor ultrasonidos
- Palanca



3. En el paso 03/06 la aplicación nos muestra dos códigos en el entorno de programación y el video con el movimiento que realiza el robot al ejecutar estos dos programas:



Con el primer código, al pulsar el botón izquierdo del display del robot, éste fija la velocidad del motor mediano al 30%, baja la palanca para coger el cuboide, retrocede y suelta el cuboide. En este caso utiliza la funcionalidad de motores (azul oscuro), la de eventos (naranja) y la de movimiento (rosa).

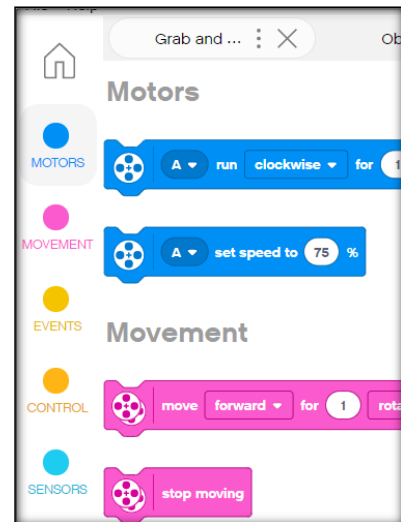
Con el segundo código, al pulsar el botón derecho del display del robot, éste se moverá hacia delante durante 1 segundo, bajará la palanca y tras un segundo de espera volverá a subir la palanca. En este caso utiliza la funcionalidad de movimiento (rosa), las de control y eventos (naranjas) y la de motores (azul oscuro).

4. Ahora es tu turno, prueba con tu robot a realizar movimientos, cogiendo y soltando objetos.

Evaluación

Debes realizar una programación en la que tu robot detecte el cuboide, lo coja, realice varios movimientos, lo suelte y vuelva a su posición inicial.

Recuerda: En la pantalla de la aplicación, se habilitan las opciones de las funcionalidades que puedes utilizar: **Motors**, **Movement**, **Events**, **Control** y **Sensors**.



ANEXO IV.- GUION PRÁCTICA 4: COLOURS AND LINES

PRÁCTICA 4.- COLOURS AND LINES

Introducción

En las primeras prácticas hemos visto cómo programar los movimientos y giros de nuestro robot, hemos aprendido a utilizar el sensor de ultrasonidos y a emplear herramientas motorizadas como la palanca.

Ahora vamos a descubrir otros métodos para guiar el robot. Uno de ellos simple, pero eficaz es utilizar el sensor de color para que el robot siga unas líneas de colores en el suelo. El seguimiento de una línea se logra alternando la detección de dos colores o dos intensidades de luz reflejada.

Antes de empezar vamos a pensar...

¿Cuáles son las ventajas y las limitaciones de utilizar líneas de colores como medio de guía para el robot? ¿Qué es la intensidad de luz reflejada y cómo funciona un sensor de color?



Desarrollo

Una vez que hayáis accedido en el *Chromebook* a la aplicación *LEGO M Mindstorms Education EV3 Classroom* y hayáis conectado el robot mediante *bluetooth* seguiremos estos pasos:

1. Accede al tutorial de 'Colours and lines':



Colors and Lines

Using the Color Sensor

The Driving Base is turning into a quite capable robot that's useful around the factory! However, at the moment, each of

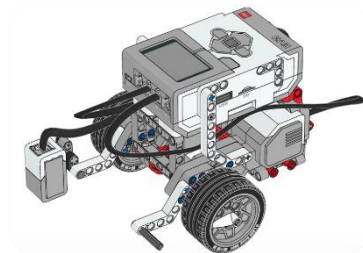
▼ **MORE**

START

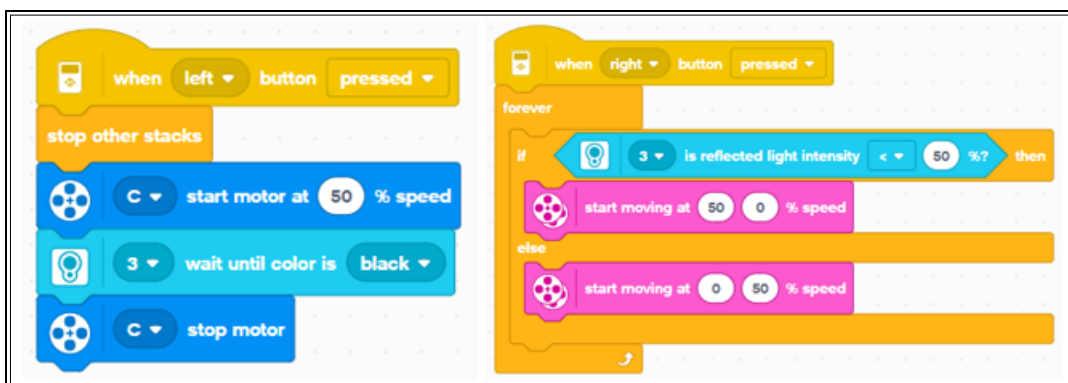
⌚ 45-90 min.

2. Vamos siguiendo los pasos del tutorial y en el paso 02/06 la aplicación nos muestra la configuración que debe tener nuestro robot:

- Motor mediano
- Motores grandes a las ruedas
- Sensor color



3. En el paso 03/06 la aplicación nos muestra dos códigos en el entorno de programación y el video con el movimiento que realiza el robot al ejecutar estos dos programas:



Con el primer código, al pulsar el botón izquierdo del display del robot, éste girará (activa el motor C, de una de las ruedas al 50% de velocidad) hasta

que el sensor de color detecte una línea negra. En este caso utiliza la funcionalidad de motores (azul oscuro), las de control y eventos (naranjas) y la del sensor de color (azul claro).

Con el segundo código, al pulsar el botón derecho del display del robot, éste seguirá una línea. En este caso utiliza la funcionalidad de movimiento (rosa), las de control y eventos (naranjas) y la del sensor de color (azul claro).

NOTA: Observa que en este código de la funcionalidad de control utiliza lo que en programación se llaman bucles (**forever**) y estructuras condicionales (**if, else**).

Con la primera de ellas le podemos indicar al robot que se ejecute continuamente, por siempre o hasta que le digamos que pare y con la segunda le podemos indicar las órdenes a realizar ante varias situaciones (si pasa esto, entonces haz esto, si no haz esto otro)

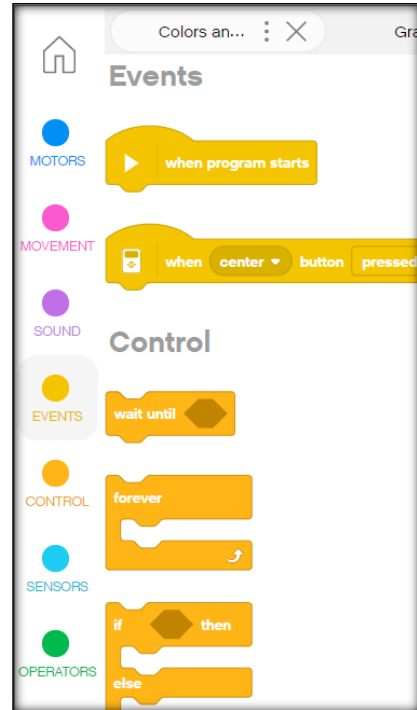
4. Ahora es tu turno, con los paneles que hay en el taller prueba a que tu robot siga la línea negra. Después puedes intentar seguir líneas de diferentes tamaños, colores y formas.

IMPORTANTE: En el paso 04/06 el tutorial te presenta tres funciones para calibrar el sensor de color, debes descargarlas en el robot y ejecutarlas para asegurar el correcto funcionamiento del sensor.

Evaluación

Debes realizar una programación en la que tu robot realice el seguimiento de la línea negra de los paneles del taller lo más rápido y de una manera suave, que no realice movimientos bruscos.

Recuerda: En la pantalla de la aplicación, se habilitan las opciones de las funcionalidades que puedes utilizar: **Motors, Movement, Sound, Events, Control, Sensors y Operators.**



ANEXO V.- GUION PRÁCTICA 5: ANGLES AND PATTERNS

PRÁCTICA 5.- ANGLES AND PATTERNS

Introducción

En las primeras prácticas hemos aprendido a programar los movimientos y giros de nuestro robot, a utilizar el sensor de ultrasonidos, a emplear herramientas motorizadas como la palanca y a utilizar el sensor de color para, por ejemplo, guiar los movimientos del robot.

Ahora vamos a investigar el funcionamiento del sensor de giro para determinar la posición del robot y para poder realizar giros y movimientos muy precisos.

Antes de empezar vamos a pensar...

¿Por qué crees que en ocasiones es importante la precisión en los movimientos del robot? , ¿cómo crees que funciona el sensor de giro?

Desarrollo

Una vez que hayáis accedido en el *Chromebook* a la aplicación *LEGO M Mindstorms Education EV3 Classroom* y hayáis conectado el robot mediante *bluetooth* seguiremos estos pasos:

1. Accede al tutorial de 'Angles and Patterns':



Angles and Patterns

Using the Gyro Sensor and My Blocks

The Driving Base is getting some serious work done, but it needs to drive repeatedly in the same patterns, and its

▼ MORE

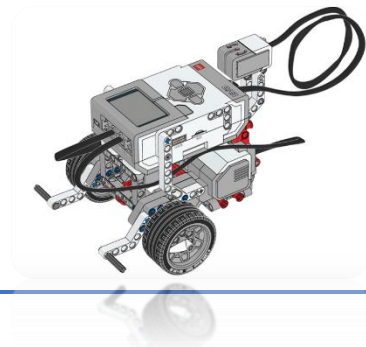
START

🕒 45-90 min.

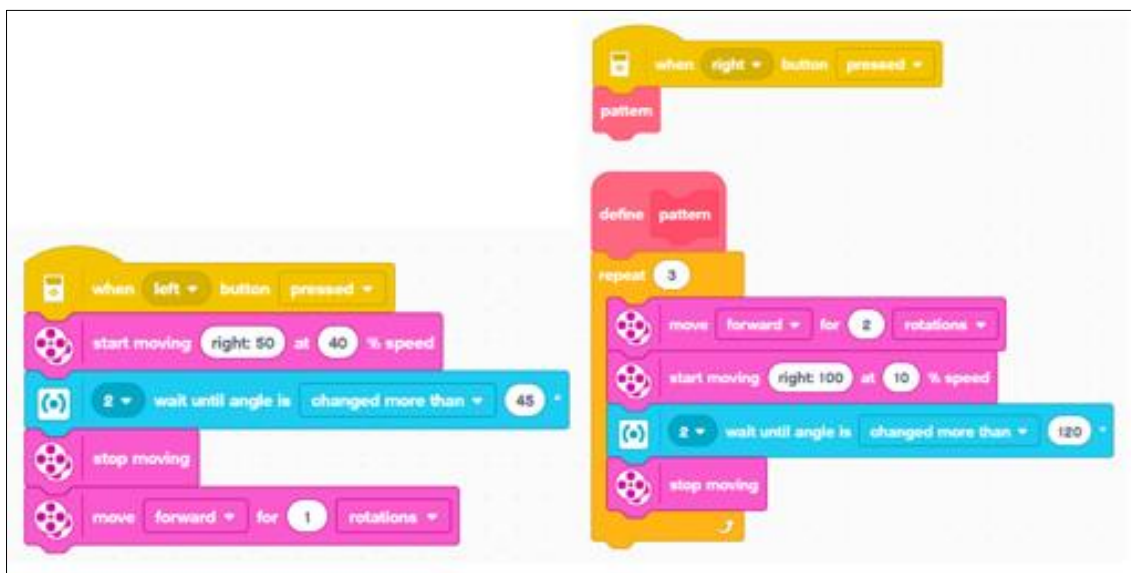
2. Vamos siguiendo los pasos del tutorial y en el paso 02/06 la aplicación nos

muestra la configuración que debe tener nuestro robot:

- Motor mediano
- Motores grandes a las ruedas
- Sensor giro



3. En el paso 03/06 la aplicación nos muestra dos códigos en el entorno de programación y el video con el movimiento que realiza el robot al ejecutar estos dos programas:



Con el primer código, al pulsar el botón izquierdo del display del robot, éste girará hacia la derecha al 40% de velocidad hasta que el sensor de gire detecte un cambio de ángulo de 45° y después, se moverá hacia delante durante una rotación. En este caso utiliza la funcionalidad de eventos (naranja), la de movimientos (rosa) y la del sensor de giro (azul claro).

Con el segundo código, al pulsar el botón derecho del display del robot, se ejecutará el código definido como 'pattern'. En este caso utiliza la

funcionalidad de movimiento (rosa), las de control y eventos (naranjas), la del sensor de giro (azul claro) y la de mis bloques (rojo).

NOTA: Observa que en este código utiliza la funcionalidad 'bloques', que te permite definir una función propia y llamarla desde otro punto del código para que se ejecute.

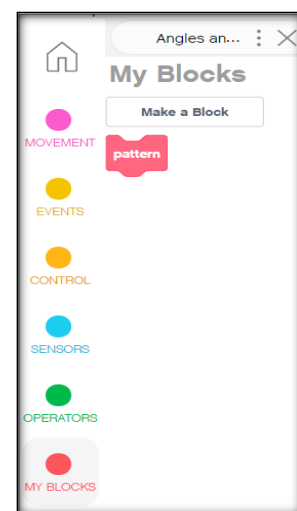
De este modo, tu código queda más organizado y puedes llamar a esa función desde varios sitios de tu código sin necesidad de tener que escribir el código otra vez.

4. Ahora es tu turno, prueba a girar tu robot 90°, define patrones y llámalos desde tu código.

Evaluación

Debes realizar una programación en la que tu robot siguiendo los paneles que hay por el taller y utilizando el sensor de giro, realice el dibujo del cuadrado para trabajar con ángulos de 90° y posteriormente el triángulo rectángulo para operar con diferentes ángulos.

Recuerda: En la pantalla de la aplicación, se habilitan las opciones de las funcionalidades que puedes utilizar: **Movement, Events, Control, Sensors, Operators y My blocks**



ANEXO VI: Rúbrica observación en el aula. El peso de esta evaluación es el 10% de la evaluación total.

	Grado de consecución insuficiente (1)	Grado de consecución mejorable (2)	Grado de consecución suficiente (3)	Grado de consecución excelente (4)	Peso
Interés	No muestra ningún interés en los guiones propuestos	Muestra poco interés en los guiones propuestos	Muestra interés en la mayoría de los guiones propuestos	Muestra gran interés en todos los guiones propuestos	20%
Responsabilidad	No es nada responsable con el manejo y cuidado del robot educativo	Es poco responsable con el manejo y cuidado del robot educativo	Es bastante responsable con el manejo y cuidado del robot educativo	Es muy responsable con el manejo y cuidado del robot educativo	20%
Motivación	No está nada motivado con la robótica	Está poco motivado con la robótica	Está bastante motivado con la robótica	Está muy motivado por la robótica	20%
Preguntas	Nunca responde correctamente ni plantea preguntas con sentido	Pocas veces responde correctamente y plantea preguntas con sentido	Casi siempre responde correctamente y plantea preguntas con sentido	Siempre responde correctamente y plantea preguntas con sentido	20%
Respeto	No muestra respeto por los demás	Habitualmente muestra poco respeto por los demás	En general, muestra respeto por los demás excepto alguna ocasión	Siempre respeta a todo el mundo	20%

ANEXO VII: Rúbrica prácticas guiadas.

	Grado de consecución insuficiente (1)	Grado de consecución mejorable (2)	Grado de consecución suficiente (3)	Grado de consecución excelente (4)	Peso
Programación por bloques	Diseño del programa sin cumplir los requerimientos establecidos	Diseño del programa sin algunos de los requerimientos y de forma no optimizada	Diseño del programa con todos los requerimientos, pero no de forma optimizada	Diseño del programa con todos los requerimientos y de forma optimizada	40%
Manejo y cuidado del material / Orden	No es cuidadoso con el robot. No recoge el material del kit al finalizar la clase	Es poco cuidadoso con el robot. A veces no recoge el material del kit al finalizar la clase.	Es bastante cuidadoso con el robot. Suele recoger el material del kit al finalizar la clase.	Es muy cuidadoso con el robot. Siempre recoge el material del kit al finalizar la clase.	20%
Funcionamiento del robot	El robot no realiza ninguna de las tareas previstas.	El robot solo realiza alguna de las tareas previstas y no de forma muy precisa.	El robot realiza todas las tareas previstas, pero no de forma muy precisa.	El robot realiza todas las tareas previstas y de forma muy precisa.	40%

ANEXO VIII: Rúbrica reto final

	Grado de consecución insuficiente (1)	Grado de consecución mejorable (2)	Grado de consecución suficiente (3)	Grado de consecución excelente (4)	Peso
Programación por bloques	No diseña el programa de acuerdo con los requerimientos establecidos	Diseño del programa sin algunos de los requerimientos, de forma no optimizada y sin soluciones creativas	Diseño del programa con todos los requerimientos, pero no de forma optimizada y con soluciones poco creativas	Diseño del programa con todos los requerimientos, de forma optimizada y con soluciones creativas	30%
Manejo y cuidado del material / Orden	No es cuidadoso con el robot. No recoge el material del kit al finalizar la clase	Es poco cuidadoso con el robot. A veces no recoge el material del kit al finalizar la clase.	Es bastante cuidadoso con el robot. Suele recoger el material del kit al finalizar la clase.	Es muy cuidadoso con el robot. Siempre recoge el material del kit al finalizar la clase.	10%
Funcionamiento del robot	El robot no realiza ninguna de las tareas previstas.	El robot solo realiza alguna de las tareas previstas y no de forma muy precisa.	El robot realiza todas las tareas previstas, pero no de forma muy precisa.	El robot realiza todas las tareas previstas y de forma muy precisa.	20%
Tiempo competición	El tiempo del robot se sitúa entre los puestos 25 en adelante	El tiempo del robot se sitúa entre los puestos 16-25 incluidos	El tiempo del robot se sitúa entre los puestos 6-15 incluidos	El tiempo del robot se sitúa entre los puestos 1-5 incluidos	10%
Trabajo en equipo	El alumno muestra muy mala coordinación y organización del trabajo en equipo	El alumno muestra una coordinación y organización del trabajo en equipo mejorable	El alumno muestra una coordinación y organización del trabajo en equipo suficiente	El alumno muestra muy buena coordinación y organización del trabajo en equipo	30%