



TRABAJO FIN DE MÁSTER

# JUEGO DE ROBÓTICA PARA 4º ESO PROGRAMANDO CON ECHIDNA-SCRATCH

Estudiante: Jose María Maestre Andreu

Especialidad: FP Industriales

Tutor/a: Juan Ramón Fernández

Curso académico: 2023-24

## ÍNDICE

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE .....	5
2. INTRODUCCIÓN .....	7
2.1 Objeto del trabajo .....	7
2.2 Justificación .....	8
2.3 Contexto .....	9
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 Evolución histórica de la robótica en la educación .....	11
3.2 Evolución de la asignatura de Tecnología en España.....	18
3.3 Metodologías para la Robótica educativa.....	20
4. PROPUESTA PEDAGÓGICA .....	23
4.1 Desarrollo de la propuesta. Creación del juego .....	23
4.2 Situación de Aprendizaje (SA).....	37
4.3 Resultados propuesta .....	43
5. CONCLUSIONES.....	45
6. REFERENCIAS.....	47
7. ANEXOS .....	49

## Índice de Imágenes

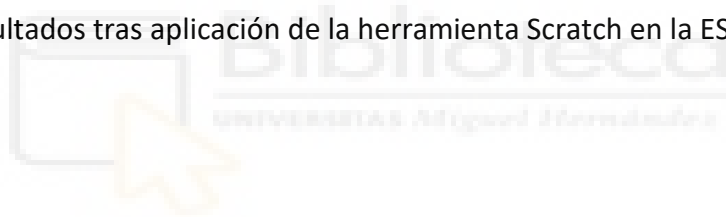
Imagen 1. Robot "Turtle" desarrollado por Seymour Papert.....	12
Imagen 2. Prototipo de Lego Technic (Toypro.com, 2020) .....	13
Imagen 3. Diferentes dispositivos de Lego Mindstorms (Wikipedia, 2024).....	13
Imagen 4. Perspectiva de la placa Arduino UNO (soselectronic.com, 2024).....	14
Imagen 5. Interfaz original Scratch en 2008 (Crack the Code, 2022).....	15
Imagen 6. Esquema componentes placa Echidna Black (Echidna Educación, 2024) .....	16
Imagen 7. Interfaz de aplicación online LML de reconocimiento de imágenes.....	18
Imagen 8. Ejemplo taquilla estándar instituto (taquillasSIM, 2024).....	25
Imagen 9. Diseño marioneta con servos conectadas.....	25
Imagen 10. Conexión a pines entrada-salida placa Echidna .....	26
Imagen 11. Marioneta conectada con placa Echidna .....	26
Imagen 12. Interfaz página Learningml (Echidna Educación, 2024) .....	27
Imagen 13. Reconocimiento y almacenamiento de imágenes con LML.....	27
Imagen 14. Fase aprendizaje reconocimiento de imágenes en LML .....	28
Imagen 15. Prueba de los resultados del reconocimiento de imágenes .....	28
Imagen 16. Extensiones de Echidna y LearningMLImages para Scratch.....	29
Imagen 17. Bloque inicial "como te llamas" .....	30
Imagen 18. Programación bloque "Preguntas" .....	31
Imagen 19. Bloque "pregunta común" .....	31
Imagen 20. Primera pregunta programa Scratch.....	32
Imagen 21. Ejemplo pregunta programa Scratch.....	32
Imagen 22. Operadores lógicos bloque "Preguntas" .....	33
Imagen 23. Bloque "ACIERTOS" .....	35
Imagen 24. Bloque "FALLOS" .....	36

## Índice de Tablas

Tabla 1. Currículo asignatura de Tecnología en 4º ESO (GVA, 2022).....	10
Tabla 2. Relación competencias específicas con competencias clave (GVA, 2022).....	10
Tabla 3. Relación competencias específicas con competencias clave en la SA .....	43

## Índice de Figuras

Figura 1. Fases de ABJ para la creación de juegos .....	21
Figura 2. Diagrama de Flujo fases de la propuesta didáctica .....	24
Figura 3. Secuencia lógica de respuesta con un ejemplo.....	33
Figura 4. Diagrama de flujo de la lógica del bloque principal del juego.....	34
Figura 5. Resultados tras aplicación de la herramienta Scratch en la ESO .....	44





## 1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El trabajo Fin de Máster consiste en la creación de un juego de robótica para la ESO con la utilización del entorno de programación Echidna-Scratch. Se pretende partir de los primeros pasos de la introducción de la programación y la robótica en la educación y su implantación en la asignatura de Tecnología. Se analiza por tanto, la evolución histórica de este tipo de herramientas, para más tarde seleccionar con la información recogida, las mejores aplicaciones para la adquisición de competencias específicas de la asignatura de Tecnología en 4º ESO, así como competencias clave recogidas en el Perfil de salida del alumnado al término de la enseñanza básica.

Posteriormente, una vez analizadas y seleccionadas la metodologías, se justificará su aplicación a una situación de aprendizaje que ponga en práctica las herramientas Echidna (placa electrónica), Scratch (programación por bloques) y Machine Learning (Inteligencia Artificial). El juego que se pretende crear, formulará preguntas de verdadero o falso a las que se responderá mediante el reconocimiento de imágenes, y a cuyas respuestas reaccionará una marioneta conectada con servomotores

La aplicación de metodologías como el Aprendizaje basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Juegos combinadas con el área de la programación y la robótica, permitirán justificar la mejora en determinadas competencias y habilidades en las aulas de secundaria, así como alcanzar los objetivos planteados en el presente trabajo.

**Palabras clave:** Programación por bloques, Robótica educativa, Pensamiento Computacional, Echidna, Scratch, Machine Learning, Inteligencia Artificial, Tecnología, STEM, Competencia Digital, Competencias Clave, Competencias específicas, Placas electrónicas, Juegos.

### **Abstract and Keywords**

This Master's Thesis consists of creating a robotics game for ESO using Echidna-Scratch. It is intended to start from the first steps of the introduction of programming and robotics in education and its implementation in the subject of Technology. Therefore, the historical evolution of this type of tools is analysed, to later select with the information collected, the best applications for the acquisition of specific skills of the subject of Technology in 4th ESO as well as key skills collected in the Exit Profile of students at the end of basic education.

Therefore, once the methodologies have been analysed and selected, their application to a learning situation that puts into practice the tools Echidna (electronic board), Scratch (block programming) and Machine Learning (Artificial Intelligence) will be justified. The game that is intended to be created will ask true or false questions that will be answered through image recognition, and to whose answers a puppet connected with servomotors will react.

The application of methodologies such as Project-Based Learning and Game-Based Learning combined with the area of programming and robotics will make it possible to justify the improvement in certain competencies and skills in secondary classrooms, as well as achieve the objectives set out in the present work.

**Keywords:** Block programming, Educational robotics, Computational Thinking, Echidna, Scratch, Machine Learning, Artificial Intelligence, Technology, STEM, Digital Competence, Key competencies, specific competencies, electronic boards, games.

## 2. INTRODUCCIÓN

La Tecnología, especialmente en el momento actual, es uno de los factores más determinantes de la transformación de la sociedad en la que convivimos. Su importancia en nuestras vidas es creciente, y es por ello que cada vez, es una asignatura más relevante para afrontar los desafíos, problemas y retos que se nos presentan, para abordar una solución de forma satisfactoria.

Su contribución a la adquisición de competencias clave en los estudiantes es muy relevante, incidiendo especialmente en la Competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM), así como en la Competencia Digital. El proceso de aprendizaje mediante bloques de contenido como el pensamiento computacional, la inteligencia artificial o la robótica son fundamentales para desarrollar las competencias descritas, así como diferentes competencias específicas presentadas en el currículo, que pretenden formar jóvenes conectados con el mundo actual. El fuerte carácter práctico de la asignatura, hace que los estudiantes desarrollen habilidades muy demandadas en el panorama laboral actual, y que difícilmente podrán desarrollar en otras materias. La Tecnología enfatiza el trabajo en equipo y en última instancia nos ayuda a capacitar a más personas con altas habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico

Así pues, el presente Trabajo de Fin de Máster (TFM), se centrará en la asignatura de Tecnología de 4º ESO, para poder dirigir los recursos y la situación de aprendizaje que se pretende crear a un nivel y curso concreto, de forma que tenga una mayor utilidad práctica. Concretamente se investigará y se trabajará en torno al concepto de “robótica educativa” centrada en la parte electrónica de programación por bloques y placas electrónicas.

### 2.1 Objeto del trabajo

De forma más general, el trabajo pretende:

<b>OG1</b>	Analizar el contexto e historia de la robótica en la ESO para la elaboración de juegos que permitan el aprendizaje por competencias en la asignatura de Tecnología
<b>OG2</b>	Evaluar los beneficios de la aplicación de juegos de robótica en el aprendizaje de los alumnos de las materias de Tecnología en la ESO.

Una vez analizados y estudiados los puntos anteriores, los objetivos más específicos a los que se quiere dar respuesta en el trabajo, son aquellos centrados en la aplicación de una herramienta concreta para la elaboración de juegos de robótica.

Por tanto, durante el trabajo se pretende:

<b>OE1</b>	Analizar la incorporación de la programación por bloques con EchidnaScratch como un recurso en el aula para la materia de Tecnología en 4º ESO.
<b>OE2</b>	Elaborar una situación de aprendizaje para la materia de Tecnología, con la utilización de EchidnaScratch y reconocimiento de imágenes mediante Machine Learning, para la creación de un juego de robótica, de una marioneta accionada por servos, que reaccione a imágenes ante el verdadero o falso de la pregunta realizada.
<b>OE3</b>	Evaluar la efectividad de la situación de aprendizaje planteada frente a las competencias específicas y competencias clave del alumnado de la asignatura de Tecnología de 4º ESO, mediante el juego de robótica creado.

## 2.2 Justificación

A la robótica educativa se le asocia principalmente con el aprendizaje STEM, que fortalece en los estudiantes, entre otros, valores personales, confianza y sentido de organización. Desarrollar esta competencia es fundamental para el desarrollo de habilidades relacionadas con el mundo de la tecnología. La asignatura de Tecnología en 4º ESO es una materia optativa en la Comunidad Valenciana, que es donde centraremos nuestro trabajo, y es importante enfocarla de la manera adecuada, pues el 4º curso de la ESO es de carácter orientador, donde los alumnos tienen que escoger 3 materias de opción. De este modo, nos encontraremos, con mucha probabilidad, alumnos encaminados a enseñanzas postobligatorias, tanto de Bachillerato como de Formación Profesional.

La aportación que puede tener la asignatura de Tecnología y la propia educación de los estudiantes en el área de la robótica y su impacto en el sector laboral de la industria es muy relevante. Si todo sigue como hasta ahora, el impacto de la robótica aumentará en el futuro; los trabajos repetitivos y peligrosos están cada vez más automatizados y confiados exclusivamente a robots.

Aunque esto puede significar inicialmente la destrucción de empleos, también se crearán nuevos empleos que serán más deseables para la gente. De hecho, según un estudio del WEF (Foro Económico Mundial), la automatización eliminará 75 millones de puestos de trabajo para 2025, pero aun así, creará más de 133 millones de nuevos puestos de trabajo (Russo, 2020), por lo que el balance es definitivamente positivo. Por tanto, incidir en la enseñanza de estas áreas tecnológicas será clave para las futuras generaciones.



### 2.3 Contexto

Como se ha comentado en el punto anterior, centraremos el trabajo en la asignatura de Tecnología del curso de 4º ESO y ubicados en la Comunidad Valenciana, de forma que el trabajo tenga un enfoque más real y adaptado a la legislación y normativa educativa vigente tanto a nivel nacional como comunitario. Así pues, en el currículo de la Conselleria de Educación de la Comunidad Valenciana, encontramos:

Asignatura <b>TECNOLOGÍA</b>	
<b>Curso</b>	4º ESO
<b>Currículo</b>	Comunidad Valenciana
<b>Competencias específicas</b>	<p><b>CE1.</b> Identificar problemas tecnológicos a partir del estudio de las necesidades presentes en el entorno próximo, formular propuestas para abordarlos, y resolverlos de manera eficiente e innovadora mediante procesos de trabajo colaborativo y utilizando estrategias propias del método de proyectos.</p> <p><b>CE2.</b> Fabricar soluciones tecnológicas utilizando los conocimientos interdisciplinarios, las técnicas y los recursos disponibles de manera apropiada y segura para dar una respuesta satisfactoria a las necesidades planteadas</p> <p><b>CE3.</b> Expresar, difundir e interpretar ideas, propuestas o soluciones tecnológicas de manera efectiva, empleando los recursos disponibles y participante en espacios de intercambio de información</p> <p><b>CE4.</b> Diseñar y construir sistemas de control programables y robóticos, desarrollando soluciones automatizadas mediante la implementación de algoritmos y operadores tecnológicos.</p> <p><b>CE5.</b> Aprovechar las posibilidades que ofrecen las herramientas digitales para realizar eficientemente tareas tecnológicas, configurándolas y aplicando los conocimientos interdisciplinarios adecuados.</p> <p><b>CE6.</b> Contribuir al desarrollo sostenible analizando críticamente el uso de objetos, materiales, productos, instalaciones y procesos tecnológicos, valorando los impactos y las repercusiones ambientales, sociales y éticas de estos, y proponiendo alternativas realistas</p>

<b>Saberes básicos</b>	<b>Bloque 1:</b> Proceso de Resolución de Problemas
	<b>Bloque 2:</b> Operadores tecnológicos
	<b>Bloque 3:</b> Pensamiento computacional, Automatización y Robótica
	<b>Bloque 4:</b> Instalaciones en viviendas
	<b>Bloque 5:</b> Tecnología Sostenible

Tabla 1. Currículo asignatura de Tecnología en 4º ESO (GVA, 2022)

**Relación de las competencias específicas con las competencias clave:**

	CCL	CP	STEM	CD	CPSAA	CC	CE	CCEC
CE1								
CE2								
CE3								
CE4								
CE5								
CE6								

Tabla 2. Relación competencias específicas con competencias clave (GVA, 2022)

Tal y como se puede observar en la Tabla 2, las competencias clave que más se trabajarán en la asignatura de Tecnología, son la STEM y la CD (abreviaturas en anexos), dos de las competencias más relacionadas con la transformación tecnológica y digital que está viviendo nuestra sociedad actual. Por tanto, con la situación de aprendizaje que se va a crear, se buscará profundizar en ellas, con la aportación de la robótica. En cuanto a los bloques de contenido, el trabajo se centra en los bloques 2 y 3 asociados a la programación y robótica, proponiendo el montaje de una marioneta que interactúe con machine learning y sea programada con EchidnaScratch. Todas estas aplicaciones y herramientas, se presentan en el siguiente apartado, donde se realiza un recorrido por la historia de la robótica en la educación.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La robótica en el ámbito de la educación, ha sido un recurso que ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, estando cada vez más presente en los programas educativos de los docentes de todo el mundo. Conocer su historia, así como los fundamentos y teorías en las que se apoya esta herramienta educativa, es el objeto de este apartado.

#### 3.1 Evolución histórica de la robótica en la educación

Los orígenes de la robótica educativa se remontan a las décadas de **1960 y 1970**. Durante estas décadas, investigadores del **MIT** (Instituto Tecnológico de Massachusetts), entre los que se destaca al matemático y educador Seymour Papert, jugaron un papel fundamental en la introducción de la robótica en la educación. Papert creía firmemente en el aprendizaje educativo basado en el **construccionismo**, el cual implica a los estudiantes en su propio proceso educativo, para que ellos mismos obtengan sus propias conclusiones, fruto de la experiencia, la experimentación y de la creación de sus propios productos. Para Papert, es importante matizar cómo el **construccionismo** complementa al **constructivismo**, pues según sus palabras:

*"El construccionismo (la palabra que se escribe con n en contraposición a la palabra que se escribe con v) tiene la misma connotación del constructivismo del aprendizaje como 'creación de estructuras de conocimiento', independientemente de las circunstancias del aprendizaje. Sin embargo, agrega la idea de que estas estructuras de conocimiento ocurren de forma especialmente oportuna en un contexto donde la persona que aprende, está conscientemente dedicada a construir una entidad pública, ya sea un castillo de arena en la playa o una teoría del universo" (Papert, 1991).*

El **constructivismo**, tiene su origen a mediados del siglo XX, donde destacaron principalmente en su desarrollo autores como Jean Piaget y Lev Vygotsky. Esta corriente pedagógica, se basa en la teoría psicológica del conocimiento constructivista, la cual defiende que la realidad del sujeto es una construcción activa de todo aquello que observa a su alrededor, mediante la experiencia (Ortiz, 2015). El sujeto construye constantemente nuevos conocimientos, reestructurando los previos para crear y organizar su estructura cognitiva. Por tanto, según Papert los estudiantes aprenden de manera efectiva cuando construyen sus propios conocimientos a través de la experimentación y el diseño (Aparicio Gómez & Ostos Ortiz, 2018).

Seymour Papert, junto a su equipo del MIT, desarrolló el lenguaje de programación **Logo** (proveniente de la palabra griega "logos", que significa pensamiento) a finales de 1967. Logo fue diseñado principalmente para la enseñanza de niños y principiantes, basado en la idea de que los niños podían aprender pensamiento computacional y matemáticas a través de la programación en ordenadores.

### Logo Turtle

Uno de los primeros experimentos que se crearon fue el **Logo "Turtle"** en el año **1969**, el cual consistía en un pequeño robot, que podía ser físico o mostrarse directamente en el ordenador. Este robot, podía ser controlado a través de comandos básicos del lenguaje Logo y se fundamentaba en el primer diseño de robot tortuga que creó el matemático William Gray Walter en 1940. Por tanto, los estudiantes eran capaces de programar movimientos simples (avanzar, retroceder y girar) mediante el código Logo para crear dibujos y patrones geométricos como el mostrado en la *Imagen 1*. Estos fueron los primeros pasos de la introducción de la robótica en el ámbito educativo.

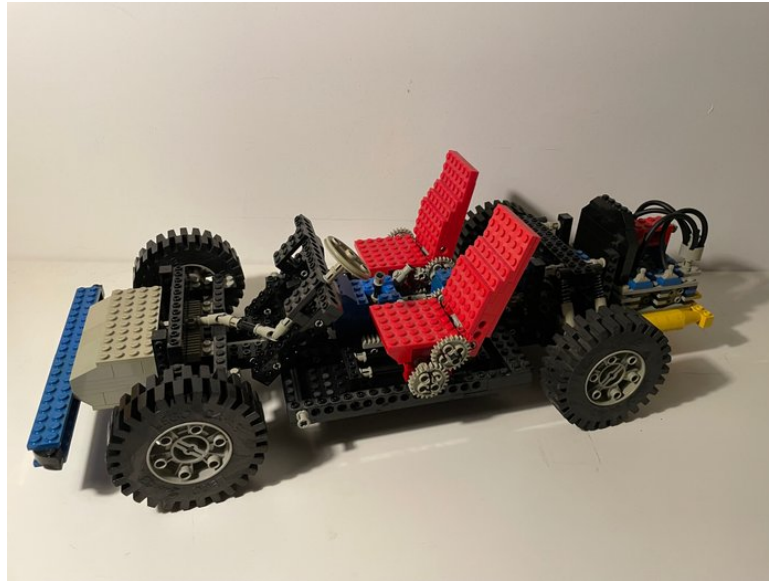


*Imagen 1. Robot "Turtle" desarrollado por Seymour Papert (cyberneticzoo.com, 2010)*

### Legó Technic

En la década de **1980**, la robótica educativa comenzó a expandirse, en parte gracias a la aparición de kits de robótica más accesibles, que pudiesen abarcar a un mayor número de estudiantes. Legó fue uno de los pioneros en esta década con el lanzamiento de **Legó Technic**, que ofrecía componentes mecánicos y motores con la posibilidad de ser programados; ofreciendo a los estudiantes construir y programar sus propios robots, ampliando así la experiencia y experimentación.

La idea de estos sets era permitir a niños y adultos construir modelos más complejos y realistas que nunca. Contaban con piezas técnicas especiales, como engranajes, ejes y sistemas neumáticos, con las que LEGO Technic abrió las puertas a nuevas posibilidades para la construcción manipulativa de los estudiantes (LEGO, 2024).



*Imagen 2. Prototipo de Lego Technic (Toypro.com, 2020)*

### Legó Mindstorms

Más tarde, en el año **1998**, LEGO lanzó al mercado, **Legó Mindstorms**, una línea de robótica, que utilizaba elementos básicos para la unión de piezas que podían ser programadas para realizar acciones de forma interactiva (Wikipedia, 2024). La idea principal era que las piezas “mindstorms” se monten en conjunto con piezas normales de LEGO, de forma que cuando se actúe mediante la programación por ordenador la pieza mindstorms, todo el conjunto de piezas se mueva por sí solo. Se introdujo de forma rápida en las escuelas, gracias a su simplicidad, al no requerir conocimientos eléctricos ni electrónicos.



*Imagen 3. Diferentes dispositivos de Legó Mindstorms (Wikipedia, 2024)*

## Arduino

Siguiendo con los hitos históricos más importante de la robótica educativa, otra de las creaciones más significativas, fue el desarrollo de la placa electrónica **Arduino** en el año **2005** (Evans, 2007). El primer prototipo de Arduino fue fabricado en el Instituto de Diseño Iterativo de Ivrea (Italia) y consistía en una placa simple de circuitos eléctricos, donde estaban conectados:

- 1 microcontrolador reprogramable
- Resistencias de Voltaje
- Pines hembras para conectar sensores y actuadores de manera sencilla

El nacimiento de esta placa electrónica, fue impulsado por la necesidad de adquirir una placa de micro controladores que fuese económicamente asequible para los estudiantes, ya que este tipo de placas eran demasiado caras y no ofrecían soportes adecuados .



*Imagen 4. Perspectiva de la placa Arduino UNO (soselectronic.com, 2024)*

En sus inicios, el prototipo de Arduino, no contaba con el soporte de algún lenguaje de programación para poder manipular la placa, pero la inclusión de diferentes miembros al equipo de Arduino, permitió que se pudiese lanzar la primera placa conocida como *Arduino Uno*, como una placa electrónica de hardware libre (Carmenate, 2020). Desde entonces, la plataforma es un referente en educación en las áreas de electrónica, robótica y programación, gracias a su aplicación práctica y sencilla. Técnicamente, la placa electrónica es una PCB (Placa de circuito impreso), la cual es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico (Arduino, 2024). De este modo, el usuario final no debe preocuparse de las conexiones necesarias para que funcione el microcontrolador y puede empezar directamente con el desarrollo de las aplicaciones electrónicas que desee conectando sensores, actuadores, etc. Actualmente la plataforma Arduino se programa con un lenguaje propio basado en lenguaje C++. Arduino también ofrece una serie de librerías de acceso libre, que facilitan la ejecución de funciones previamente programadas para aplicaciones electrónicas y automáticas.

## Scratch

Años más tarde, concretamente en **2008**, nació el entorno de programación **Scratch**, que fue desarrollado por investigadores del MIT (Educación Robótica, 2023). Scratch es un entorno gráfico de programación diseñado con fines educativos, que permite crear simulaciones, diseñar juegos o animaciones de forma sencilla e intuitiva gracias a la programación por bloques (DataScientest, 2024). Esto permite eliminar la necesidad de desarrollar códigos laboriosos, aglutinando de esta forma el código en bloques que representan instrucciones de programación y que se agrupan en categorías como apariencia, sonido, control, movimiento, etc. Nació por tanto, como una comunidad gratuita de programación perfecta para jóvenes y principiantes para iniciarse en el mundo de la programación.

Scratch ayuda a los usuarios a desarrollar habilidades como el pensamiento computacional y la resolución de problemas de una forma muy accesible, con un lenguaje de programación por bloques muy práctico y visual. La **programación por bloques** (Crack the Code, 2021) permite agrupar secciones de código de software, de forma que el producto que se tiene son instrucciones, condiciones, eventos, etc. que permiten realizar diferentes acciones arrastrando los bloques al compilador del programa.

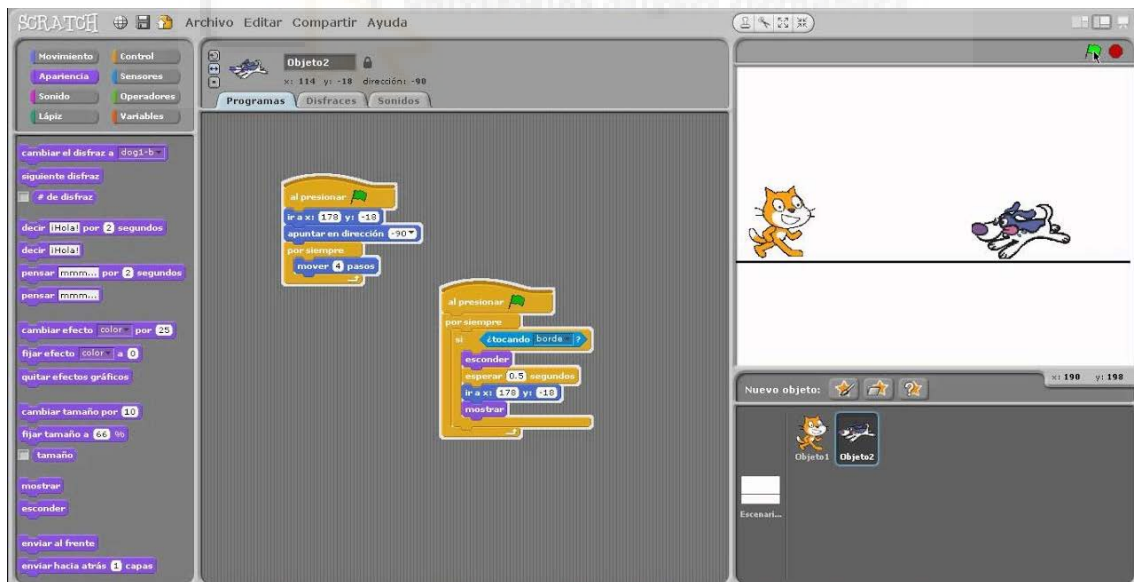


Imagen 5. Interfaz original Scratch en 2008 (Crack the Code, 2022)

## Echidna

**Echidna Educación** es un proyecto educativo que nació en el año **2015** con la iniciativa de 3 docentes españoles que son Jorge Lobo, Xabier Rosas y Jose Pujol; tras esta terna inicial, más tarde se unieron al equipo Juan David Rodríguez y Fco. Javier Álvarez. El objetivo del proyecto es promocionar la enseñanza de la programación y la robótica con la utilización de herramientas de código abierto (EchidnaEducación, 2024). El primer prototipo del equipo fue el desarrollo de la placa Echidna Shield, cuyo objetivo era facilitar el uso de actuadores y sensores con la placa Arduino UNO, integrando todos los componentes en una placa externa, denominada *shield* que se acopla a la propia placa de Arduino.

Así pues, más tarde se desarrolló la placa Echidna Black, la cual es una placa electrónica basada en Arduino, pero que funciona de forma autónoma al incorporar su propio microcontrolador. Es una placa autónoma compatible con Arduino que está especialmente adaptada para entornos gráficos, de forma que no sea necesario cablear los componentes electrónicos. Echidna Black lleva ya incorporados una serie de sensores y actuadores directamente preparados para conectar con Arduino.

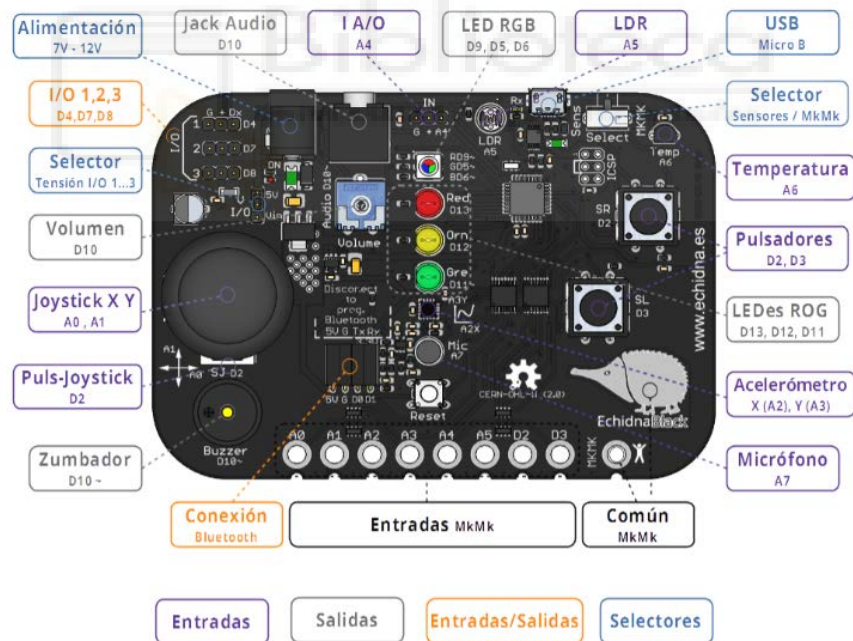


Imagen 6. Esquema componentes placa Echidna Black (Echidna Educación, 2024)

El esquema de componentes de la placa Echidna Black es el siguiente:

- **Pulsadores** → Componente electromecánico que permite abrir o cerrar un circuito con un solo estado estable
- **Joystick** → Es un mando que consta de dos potenciómetros, para el eje X e Y.



- **Sensor luz LDR** → Es una resistencia cuyo valor depende de la cantidad de luz que incide sobre ella
- **LED RGB** → Son 3 leds (rojo, azul y verde) en la misma cápsula
- **Audio** → Dispone de dos salidas para reproducir audio: el zumbador y el jack, ambos con un regulador de volumen.
- **MkMk** → Dispone de 8 Conectores MkMk que permiten detectar gran variedad de objetos
- **Acelerómetro** → Sensor de aceleraciones basado en condensadores
- **LEDs ROG** → Se usan como testigos (indicadores) y como fuente de iluminación
- **Micrófono** → Transductor que entrega una señal eléctrica de similares características al sonido
- **Sensor de Temperatura** → Sensor de temperatura calibrado cuya salida es lineal, y donde cada 10 mV equivale a 1°C

La placa se puede alimentar mediante conexión USB o mediante el jack de alimentación y es necesario que comunique con el ordenador, mediante el programa *StandardFirmata* ya instalado. Dentro de la placa, es posible seleccionar el modo de operación que se desee, teniendo la posibilidad de cambiar entre el Modo Sensores y el Makey Makey. En el modo sensores estarán activos todos los componentes de la placa a excepción de las conexiones MkMk; mientras que en el modo makey makey, estarán activas todas las salidas, las I/O y las conexiones MkMk (Imagen 6).

La placa es compatible con el entorno de Arduino, lo que quiere decir que se puede conectar con el IDE de Arduino o con otros entornos de programación por bloques para empezar a programar las aplicaciones que se deseen. Las librerías de Arduino (códigos ya programados) son compatibles con la placa Echidna también.

### EchidnaScratch

Presentado tanto el programa Scratch, como la placa electrónica Echidna, se cree necesario presentar la combinación entre ambas, llamada **EchidnaScratch**. EchidnaScratch es una modificación de Scratch que proporciona nuevos bloques para programar la placa y que al mismo tiempo permite trabajar con módulos de inteligencia artificial como el reconocimiento de imágenes. De este modo, será posible unir el área de la inteligencia artificial con la robótica, enfocados en la educación.

Este nuevo entorno, incluye bloques para hacer uso de **Machine Learning**, con el que es posible construir aplicaciones que sean capaces de reconocer imágenes. Para usar este tipo de bloques con Echidna, es necesario utilizar la plataforma de la web educativa LearningML, desarrollada por Juan David Rodríguez.



Imagen 7. Interfaz de aplicación online LML de reconocimiento de imágenes (Echidna Educación, 2024)

Dentro de esta plataforma (LearningML), es posible generar nuestros propios bloques de machine learning, entrenando a la aplicación para el reconocimiento de imágenes o de texto. El ordenador es capaz de aprender a reconocer las imágenes o el texto que le hemos proporcionado. Cuando se finalicen estas pruebas de reconocimiento satisfactoriamente, es posible exportar el modelo que se ha creado a Scratch, de forma que los nuevos bloques generados mediante machine learning, podrán ser usados en el entorno de Scratch con las extensiones LML y Echidna.

Resumiendo este apartado, se ha recorrido la historia de la robótica educativa desde su nacimiento hasta el desarrollo actual en los centros educativos. El gran número de software, aplicaciones, placas electrónicas, etc. que han ido apareciendo en el mercado en los últimos años, ha permitido que este tipo de herramientas sean más asequibles y puedan llegar a prácticamente cualquier centro. El amplio abanico de posibilidades que presenta el entorno de programación de Scratch junto con la implementación de Echidna y Machine Learning, permite desarrollar aplicaciones idóneas para alumnos de secundaria, como la que se propone en este trabajo.

### 3.2 Evolución de la asignatura de Tecnología en España

En el entorno educativo en España, la robótica y la programación, han sido introducidas gracias a la asignatura de Tecnología, la cual se incorporó por primera vez como asignatura dentro de la Educación Secundaria en el año 1990, gracias a la *Ley Orgánica 1/1990 de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE)*.

Previamente, en la década de 1970 nacieron los “Trabajos Manuales” como origen de la materia de Tecnología. En la década de 1980 se creó la asignatura de Pretecnología, la gran precursora de la Tecnología, la cual se implantó por primera vez en el sistema educativo español en el 1990, tal y como se ha presentado previamente.

Centrando el foco, en la robótica educativa, uno de los pioneros en España fue Ramón Gonzalo Fernández, profesor de la facultad de educación de la UNED. Gonzalo, fue un impulsor en la década de los 80 de los proyectos y prácticas de pretecnología.



Elaboró gran cantidad de vídeos educativos sobre construcciones de maquetas, motores eléctricos (Gonzalo Fernández, 1986), etc., que iniciaron a los estudiantes hacia un mundo desconocido en el ámbito educativo. Gracias al esfuerzo de personajes como Ramón Gonzalo, la robótica educativa en España, crece año tras año con el nacimiento de nuevos proyectos españoles, como Echidna Educación.

De este modo, se plantea en este punto, cuál es la situación de la robótica educativa en España actualmente. Acudiendo al *Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*; cuando se presentan las competencias clave que deben adquirir los alumnos en el perfil de salida, la primera referencia a la robótica queda reflejada dentro de los descriptores operativos de la Competencia Digital. Concretamente, se describe que:

*“Al completar la Educación Primaria, el alumno o la alumna, se inicia en el desarrollo de soluciones digitales sencillas y sostenibles (reutilización de materiales tecnológicos, programación informática por bloques, robótica educativa...) para resolver problemas concretos...”*

Por tanto, queda patente que el sistema educativo español, empieza a apostar desde edades tempranas de primaria por la introducción de aprendizajes basados en la robótica, como métodos y herramientas que permitan desarrollar competencias claves como la Competencia Digital o la Competencia STEM entre otras.

Concretamente, en la Comunidad Valenciana, la Tecnología está presente en 1º y 3º de ESO de forma obligatoria y en 4º ESO como materia de opción y se considera una asignatura clave debido a su carácter interdisciplinar y a su naturaleza innata para aprender conocimientos de forma transversal.

Entre las habilidades que más trabaja esta materia, podemos destacar:

- Pensamiento computacional
- Automatización
- Conectividad a internet
- Trabajo colaborativo
- Trabajo en equipo, etc.

Así pues, en el curso de 4º ESO, para el que se diseñará la propuesta didáctica, la materia se plantea desde una perspectiva competencial, eminentemente práctica y centrada en la idea de aprender y construir el conocimiento haciendo. Este es por tanto, el enfoque que se quiere dar a nuestra SA, de modo que sirva para trabajar tanto las competencias específicas, como otros conocimientos y habilidades de forma transversal con la construcción y programación de la marioneta.

### 3.3 Metodologías para la Robótica educativa

En este apartado se presentan algunos de los métodos que vamos a utilizar para desarrollar nuestra situación de aprendizaje, atendiendo a las diferentes metodologías más representativas para la enseñanza de la robótica en la ESO.

Como se ha presentado en apartados anteriores, las metodologías didácticas asociadas a la robótica, surgen de los principios pedagógicos de corrientes constructivistas así como construccionistas; siendo el estudiante el foco activo del aprendizaje. Las metodologías en las que centraremos la atención para impartir nuestra SA serán:

- **Aprendizaje basado en proyectos (ABP)**

Es una metodología propuesta en los años 70 como una estrategia que guía el proceso de aprendizaje a través del desarrollo de un proyecto, el cual establece una meta determinada como producto final (González Fernández, 2021) . En lugar de solo recibir información de los profesores y memorizarla, los estudiantes se involucran activamente en la resolución de problemas reales, la investigación y la creación de productos o soluciones. Este enfoque fomenta el pensamiento crítico, la colaboración, la creatividad y la aplicación práctica del conocimiento. Esta metodología forma parte de las denominadas activas, ya que entienden el conocimiento no como algo que solamente posee el docente, sino como el resultado del trabajo que realiza el estudiante ante la resolución de un problema. El alumno debe reconocer un problema, analizar y priorizar la búsqueda de información, la interpretación de datos y el establecimiento de relaciones lógicas para llegar a conclusiones.

Por tanto, en el método de proyectos, los estudiantes trabajan en la resolución de problemas o en la creación de productos reales. Se les presenta un desafío o una tarea, y ellos deben aplicar sus conocimientos y habilidades tecnológicas para alcanzar un resultado concreto. El principal papel del docente en esta metodología es ser planificador de la estrategia, moderador y motivador de las dinámicas de los diferentes alumnos.

- **Aprendizaje basado en retos (ABR)**

Se trata de una metodología que implica el aprendizaje activo del estudiante. Se les plantean situaciones prácticas reales que les permitan desarrollar competencias específicas de forma espontánea y potenciando el aprendizaje por descubrimiento (González Fernández, 2021). Así pues, el ABR parte de una serie de retos, planteados por el docente y asociados a una temática principal, que el alumno debe alcanzar. Es una metodología similar al ABP, ya que se centran en el mundo real y hacen partícipes a los alumnos.

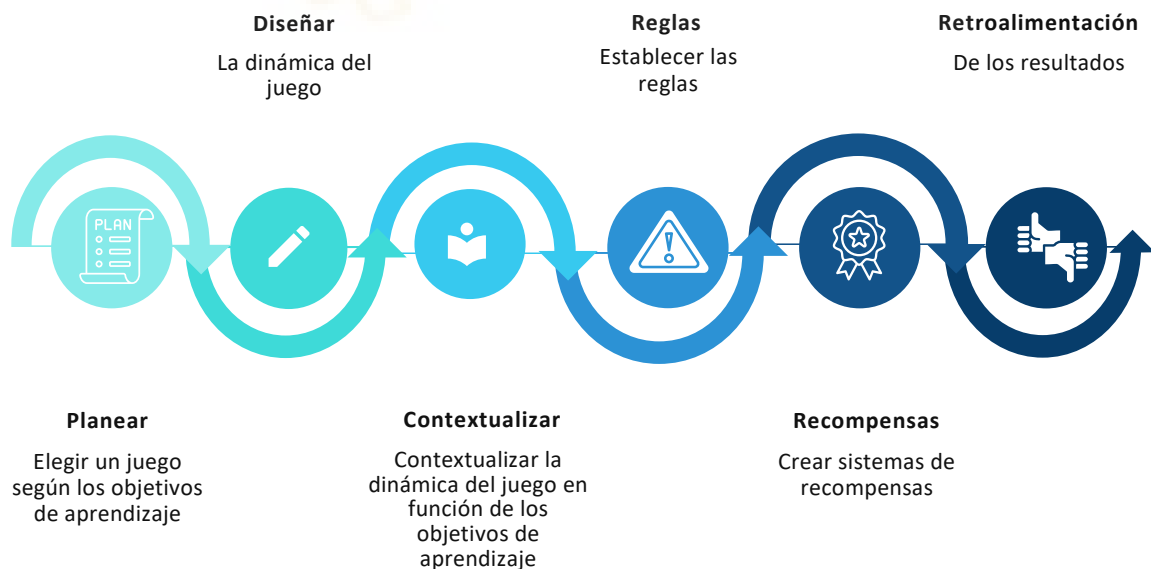
- **Aprendizaje Cooperativo**

Las metodologías que se han presentado previamente, son propensas a fomentar el trabajo en equipo entre los alumnos, pues afrontan los diferentes proyectos y retos de forma colaborativa. Estas interacciones entre estudiantes, son capaces de desarrollar relaciones sociales, que según Vigotsky son un elemento fundamental para el proceso de aprendizaje.

Por tanto, las diversas metodologías de la robótica educativa involucran el trabajo colaborativo, práctico y por descubrimiento como uno de sus componentes principales. Se concluye por tanto, que la robótica educativa favorece significativamente el trabajo colaborativo (González Fernández, 2021).

- **Aprendizaje basado en juegos (ABJ)**

Se podría definir al ABJ, como una estrategia de aprendizaje en el aula a través del juego, en la que se crean situaciones de experimentación práctica a través de dichos juegos. Esta experimentación fomenta el desarrollo de nuevas habilidades y conocimientos a través de una actividad intrínsecamente motivadora como son los juegos. Las fases que podrían conllevar la elaboración de un juego son las siguientes:



*Figura 1. Fases de ABJ para la creación de juegos (elaboración propia, fuente: (González Fernández, 2021))*



Entre las principales ventajas que conlleva aplicar esta metodología podrán ser:

- **Motivación del alumno:** Capacidad para captar la atención de los alumnos, ya que les proporciona un entorno que les gusta, les divierte y les resulta muy motivador. El juego dinamiza la clase, despierta el interés previamente y lo mantiene durante todo el desarrollo.
- **Potenciar la creatividad y la imaginación, así como el pensamiento crítico:** El juego implica también libertad de improvisación y capacidad de imaginar soluciones a cada reto, lo que contribuye a abrir la mente del alumno y su percepción del mundo y su problemática.
- **Contribuye al manejo y enseñanza de TICS:** Si se opta por juegos online, videojuegos o aplicaciones lúdicas no solo aprovechamos las ventajas del juego, sino que, además sumamos los beneficios de la aplicación de las TIC en el aula.
- **El aprendizaje es mayor, cuando son los propios alumnos quienes construyen el juego.** Este punto es fundamental para nuestro trabajo, pues incide en que la implicación del estudiante en la creación del juego, permite que el aprendizaje sea más efectivo.

Así pues, un aprendizaje basado en juegos puede ser un aspecto clave para iniciar a los alumnos en fundamentos de robótica y programación mediante proyectos, juegos, marionetas, etc., que creen ellos mismos mediante entornos de programación como el que ofrece EchidnaScratch. Es importante conocer las metodologías que mejor se adapten a nuestra SA, para que su aplicación en los alumnos sea lo más efectiva posible.

## 4. PROPUESTA PEDAGÓGICA

Como se ha ido presentando y justificando en el documento; todo los avances previos y las herramientas presentadas, permiten construir propuestas pedagógicas con fundamentos en programación y robótica. Por tanto, el objeto de este apartado es la elaboración de la propuesta planteada:

Creación de un juego de robótica, de una marioneta accionada por servos que reaccione a imágenes de preguntas sobre símbolos eléctricos ante el verdadero o falso de la pregunta realizada, con la utilización de EchidnaScratch y reconocimiento de imágenes mediante Machine Learning.

Se desarrollará el juego paso a paso en el primer apartado de este punto, para más tarde plasmarlo en una tabla, que reflejará la distribución de la SA y ver su aportación al cumplimiento de los objetivos planteados.

### 4.1 Desarrollo de la propuesta. Creación del juego

El problema tecnológico consiste en elaborar una marioneta de forma manual, que más tarde será cableada y actuada por servomotores, los cuales serán regidos por la placa electrónica Echidna, la cual será programada mediante EchidnaScratch, utilizando bloques creados con LearningML, para el reconocimiento de imágenes.

La construcción del proyecto, se realizará en grupos de 3 personas. Para llevar esta construcción a cabo, se indican las fases de diseño e implementación de la propuesta en la siguiente página del documento (Figura 2):

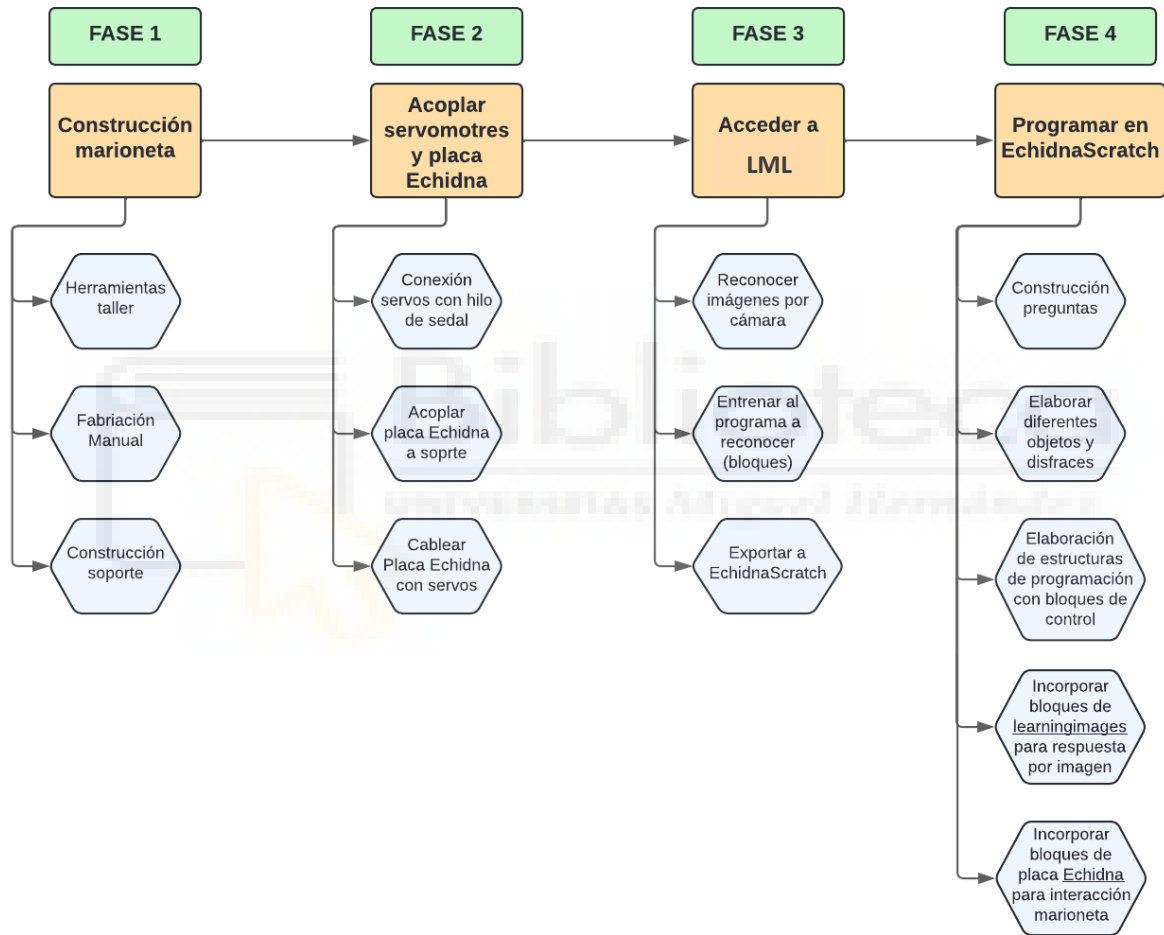
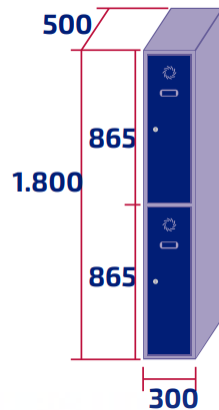


Figura 2. Diagrama de flujo fases de la propuesta didáctica



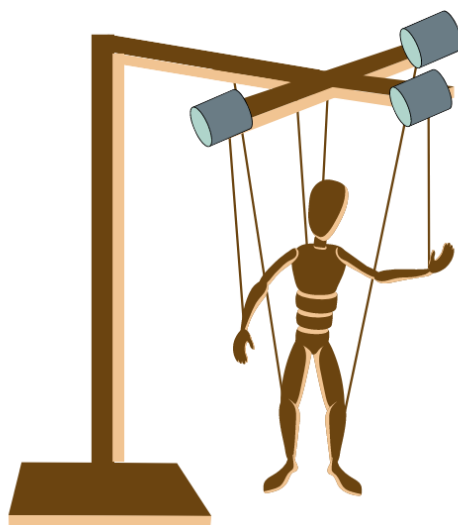
### FASE1. Construcción de la Marioneta

La construcción de la marioneta, será de forma manual con materiales reciclados y con las herramientas proporcionadas en el taller. El requisito de esta marioneta es que quepa en las taquillas del centro, por lo que considerando una taquilla estándar de instituto, su tamaño estará limitado aproximadamente a:



*Imagen 8. Ejemplo taquilla estándar instituto (taquillasSIM, 2024)*

El montaje de la marioneta deberá contener partes flexibles en las partes móviles, de forma que los servomotores puedan generar movimiento en la marioneta al ser actuados. Las extremidades deberán estar conectadas mediante un hilo de sedal a los servomotores y además se deberá fabricar un soporte en forma de "L" para poder soportar la placa Echidna, los servomotores y la marioneta de forma suspendida. El diseño será totalmente libre y se priorizará la construcción con materiales reciclados o reutilizados. Un ejemplo del diseño, sería como el mostrado en la Imagen 9:



*Imagen 9. Diseño marioneta con servos conectadas.*

## FASE 2. Implementación de la placa Echidna a la marioneta

Conexión de los servo motores en D4, D7 y D8, que son los pines de entrada/salida que ofrece la placa Echidna, como se observa en la Imagen 10.



Imagen 10. Conexión a pines entrada-salida placa Echidna (Echidna Educación, 2024)

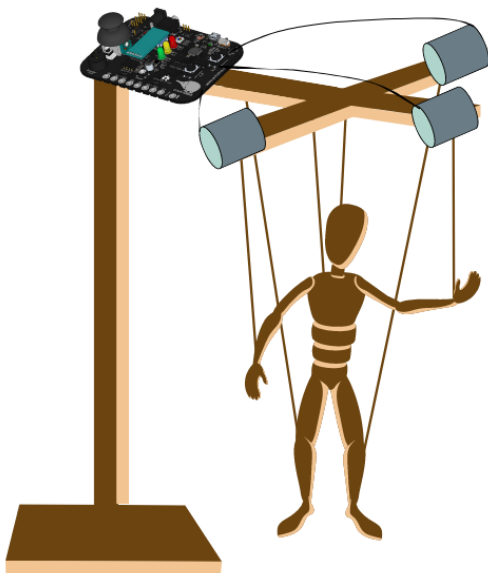


Imagen 11. Marioneta conectada con placa Echidna

Por tanto, la placa se pegaría a la parte superior de la estructura (Imagen 11) y se conectaría eléctricamente a los 3 servomotores, que permitirán el movimiento de la marioneta.

Así pues, se finalizarían las 2 primeras fases, centradas en el diseño, construcción y conexionado de la maqueta, incidiendo en la competencia específica 2 (CE 2) de la materia de Tecnología.

Tras esta construcción, las fases siguientes, se centran en el trabajo en programación, inteligencia artificial y pensamiento computacional.

### FASE 3. Creación de bloques de IA para reconocimiento de imágenes con LearningML

En esta fase, los estudiantes deberán acceder a la aplicación online de LearningML, para construir sus propios bloques de IA, para que el programa interprete las imágenes recibidas.

1º Dentro de la página de LearningML, se accede a “Imágenes”

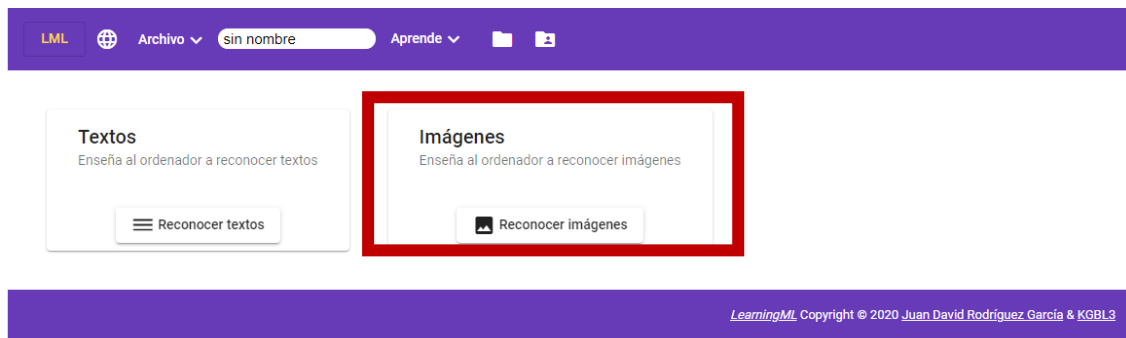


Imagen 12. Interfaz página Learningml (Echidna Educación, 2024)

2º Una vez dentro, entrenaremos a la aplicación para reconocer las imágenes de verdadero o falso. Para ello, se crearán 2 clases de imágenes, que serán:



Imagen 13. Reconocimiento y almacenamiento de imágenes con LML

Estas imágenes son obtenidas directamente de la web y se han traspasado a la aplicación mediante la pantalla del teléfono móvil. Es decir, el objetivo es que dentro del juego, cuando se realice una pregunta, se responda a ella mediante las imágenes roja o verde desde nuestro dispositivo móvil.

De este modo, el programa detectará si la respuesta que hemos reflejado en la cámara a la pregunta planteada es correcta o incorrecta.

3º Una vez están registradas las imágenes. En el punto 2 de la aplicación “Aprender”, LML reconocerá las imágenes para poder integrarlas en Scratch.



Imagen 14. Fase aprendizaje reconocimiento de imágenes en LML

4º Por último, es posible probar los resultados de los bloques generados, antes de exportar a Scratch, tal y como se muestra en la Imagen 15.



Imagen 15. Prueba de los resultados del reconocimiento de imágenes

En este punto, ya estaría generada la parte de reconocimiento de imágenes y es posible acceder desde LML directamente a Scratch para utilizar las funciones que nos ofrecen los bloques de “learningml-images”.

#### FASE 4. Construcción del programa en EchidnaScratch

En esta fase, nos introduciremos de lleno en el mundo de la programación por bloques con los estudiantes. Se operará desde el entorno de programación de Scratch, pero incluyendo en el código las extensiones de Echidna (para la interacción con la placa) y la de LearningMLImages, para el reconocimiento de imágenes introducidas por cámara, que se ha creado previamente.



Imagen 16. Extensiones de Echidna y LearningMLImages para Scratch

La extensión de Echidna, como se ha comentado, nos servirá para hacer reaccionar a la marioneta ante el acierto o el fallo de las preguntas. Un ejemplo de la interacción que existe entre el programa y la marioneta es el bloque de programación que recibe ante un acierto:



En este bloque se observa, que al recibir el mensaje “aplausos” como consecuencia de un acierto, los bloques verdes de Echidna, conectan las entradas D4 y D7 para mover los servos y hacer que la marioneta genere movimiento.

Por tanto, los bloques verdes que se observan en la imagen, son los que se utilizarán para la reacción de la marioneta.

○ Desarrollo del programa

El programa consistirá en un juego de **preguntas de reconocimiento de símbolos eléctricos**, donde al jugador se le irán planteando diferentes imágenes de dichos símbolos a las que responderá, a través de la cámara web del ordenador, si se corresponde la pregunta con la imagen mostrada. El jugador deberá mostrar una imagen verde en caso afirmativo o una imagen roja en caso negativo. Así pues, el programa, a nivel secuencial se organiza en los siguientes bloques principales:

**1º** → Al iniciar el programa, se pregunta al jugador cómo se llama, con el bloque rojo de la imagen **“cómo te llamas”**. En este bloque, se reconoce su nombre y la voz en off del programa interactuará con él animándole a jugar y finalizará enviando el evento **“PREGUNTA”**:

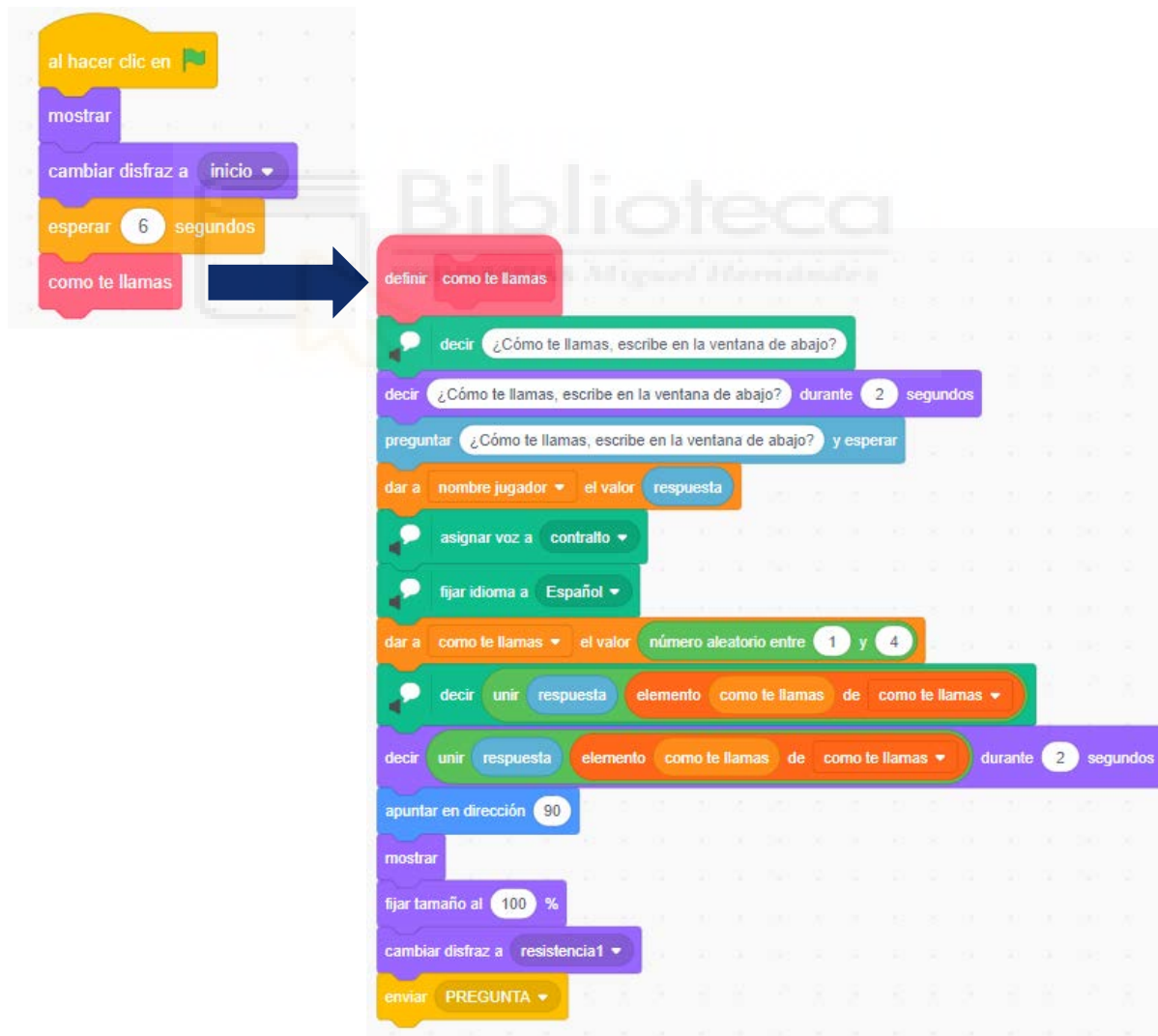


Imagen 17. Bloque inicial "cómo te llamas"

2º → Cuando se recibe el evento **“PREGUNTA”**, es donde se encuentra el grueso del programa, pues es donde se formularán las preguntas y donde se reconocerán las imágenes mediante LML para determinar si la respuesta es correcta.

Por tanto, se presenta en la siguiente imagen el bloque descrito:



Imagen 18. Programación bloque "Preguntas"

Siguiendo el bloque descrito en la Imagen 18, el primer bloque que llama, es el de **“pregunta común”**. Este bloque muestra en pantalla la primera pregunta e indica por texto y dice por voz lo que tiene que realizar el jugador, que es lo siguiente:



Imagen 19. Bloque "pregunta común"

Una vez realizada la pregunta, siguiendo el bloque “PREGUNTAS”, lo que hace es encender la cámara para recibir la respuesta y una vez reconocida, se plantea la lógica de dicha respuesta.



Imagen 20. Primera pregunta programa Scratch

Lo más importante es cómo se plantean los operadores lógicos, para que el programa determine si la respuesta es correcta o incorrecta. La dificultad reside principalmente cuando las preguntas se realizan de forma inversa. Se mostrará con un ejemplo, como la siguiente pregunta:



Imagen 21. Ejemplo pregunta programa Scratch



En este caso, la pregunta generada es si el símbolo corresponde a un mecanismo. En este caso se trata de un motor, por lo que la imagen que deberíamos mostrar en pantalla para acertar, sería la roja; mientras que para fallar, sería la imagen verde. Para resolver esta problemática, se plantean los operadores lógicos siguientes:



Imagen 22. Operadores lógicos bloque "Preguntas"

En este caso, se ha planteado la respuesta correcta, que puede entrar por 2 caminos:

- Si la Imagen captada a través de la cámara = FALSO (imagen roja) y el número "0" está dentro del nombre del disfraz (que es la propia pregunta), entonces, la respuesta es correcta.
- Si la Imagen captada a través de la cámara = VERDADERO (imagen verde) y el número "1" está dentro del nombre del disfraz, entonces, la respuesta es correcta.

Para el caso del ejemplo, para acertar la pregunta, debería de mostrar a la cámara la imagen roja y que el nombre del disfraz se haya programado con "0", quedando por tanto:

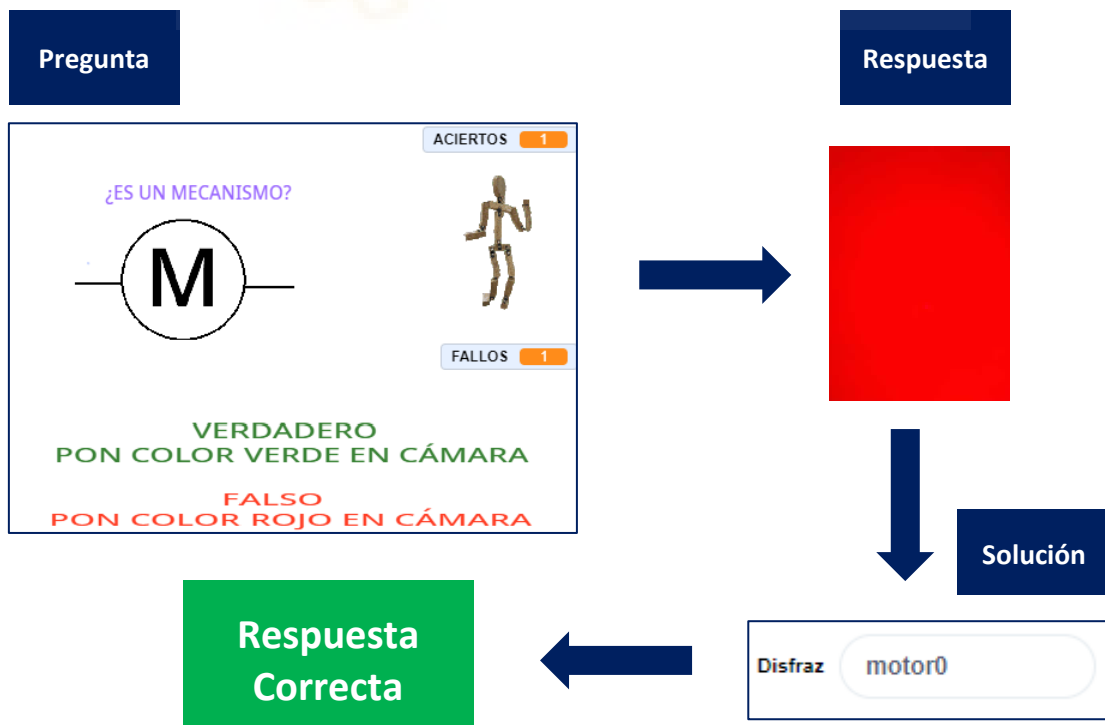


Figura 3. Secuencia lógica de respuesta con un ejemplo

Así pues, representando la lógica del bloque principal “PREGUNTA” del programa, en un diagrama de flujo, quedaría:

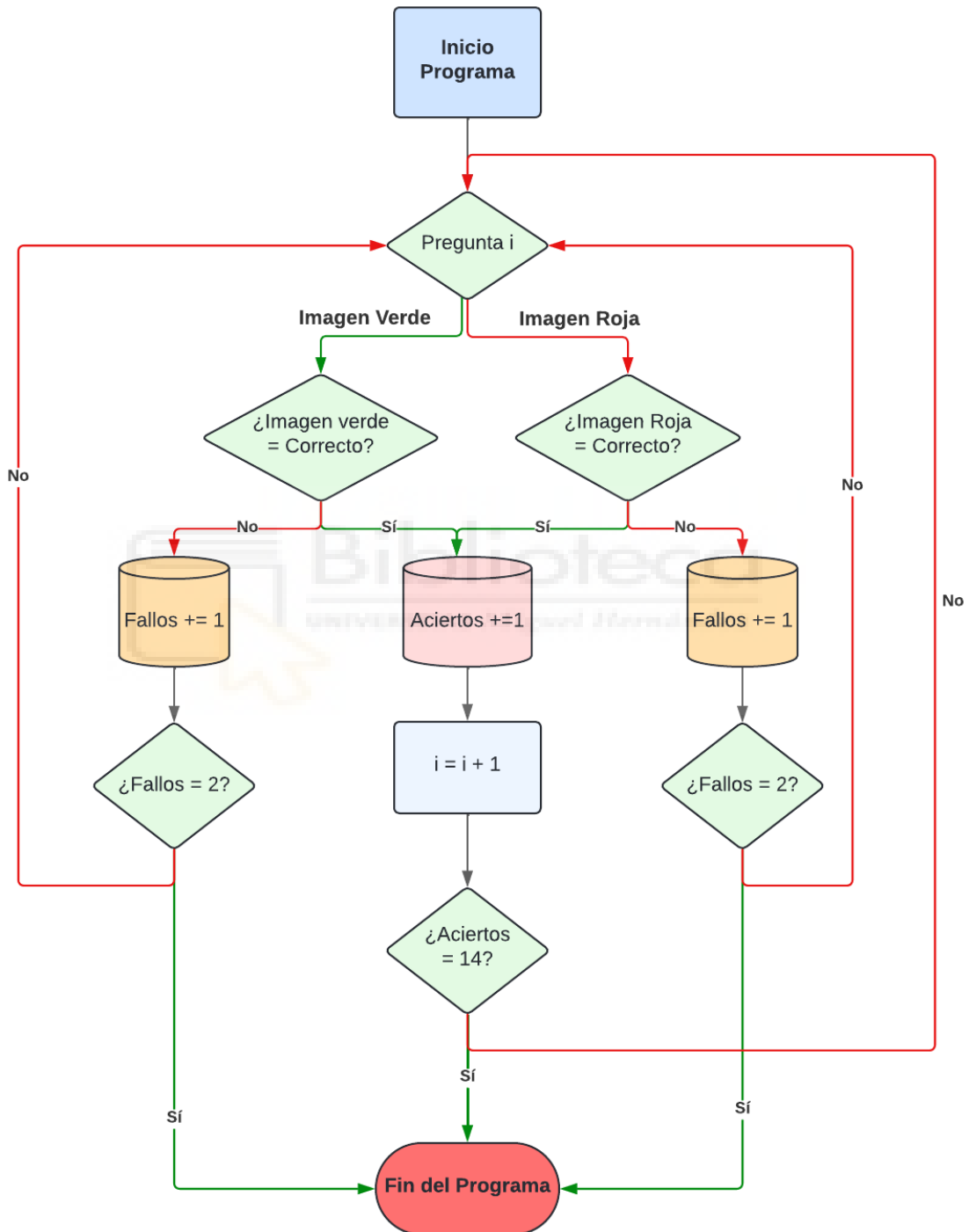


Figura 4. Diagrama de flujo de la lógica del bloque principal del juego

3º → Cuando la respuesta es correcta, se suma 1 acierto y se llama al bloque “ACIERTOS”. En este bloque, se da un valor entre 1 y 4 a la variable “frases bien” que se ha generado previamente, para que al enviar “aplausos”, el programa interactúe por pantalla y con la voz en off, con el jugador, animándole a seguir jugando y haciendo reaccionar a la marioneta (Imagen 23):

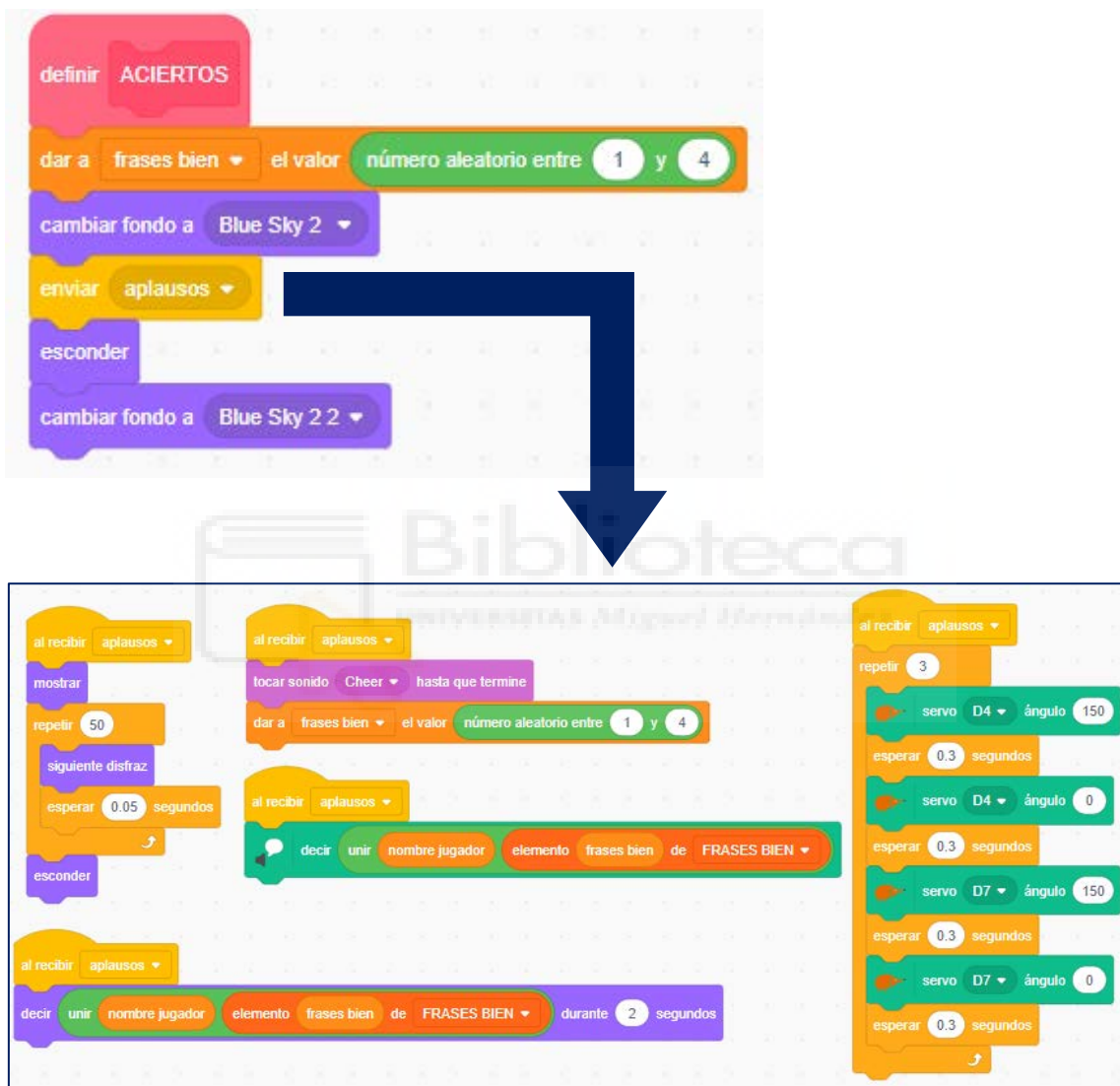


Imagen 23. Bloque “ACIERTOS”

Cuando se envía “aplausos” se reacciona de diferentes formas:

- Mostrando un GIFT por pantalla
- Tocando un sonido de acierto
- Diciendo con la voz en off, el nombre del jugador y una frase de ánimo
- Moviendo la marioneta con D4 y D7

4º → Cuando la respuesta es errónea, se suma 1 fallo y se llama al bloque “FALLOS”. En este bloque, se da un valor entre 1 y 4 a la variable “frases mal” que se ha generado previamente, para que al enviar “MANO ABAJO”, el programa interactúe por pantalla y con la voz en off, para regañar al jugador por haber fallado y haciendo reaccionar la marioneta de forma negativa:

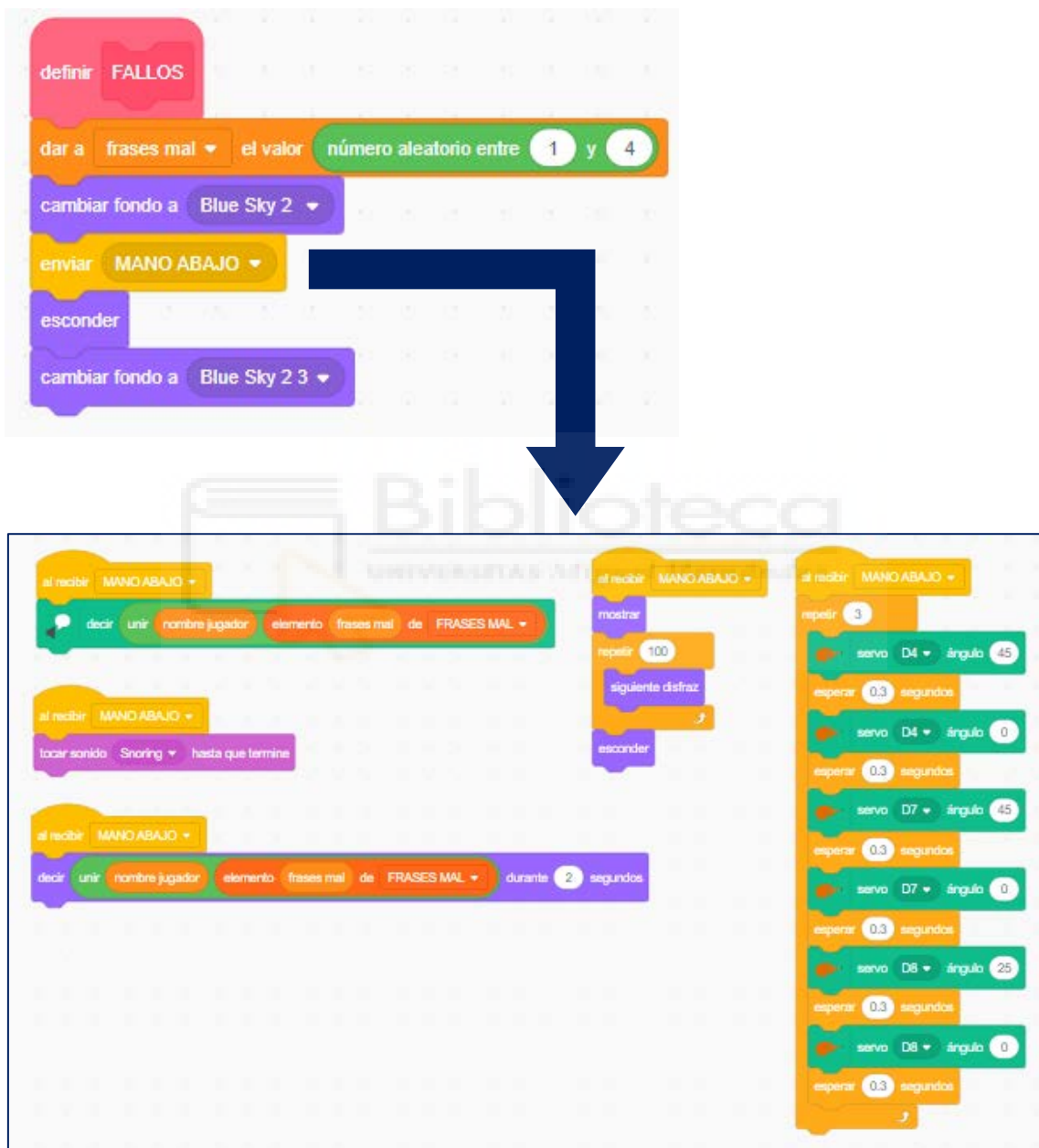


Imagen 24. Bloque “FALLOS”

De este modo, el programa sigue el bucle principal de la Figura 5, hasta que el jugador sea capaz de acertar las 14 preguntas o cometa 2 fallos. En ambos casos el programa finalizará, mostrando si es *Game Over* o una finalización con pleno de aciertos.

#### 4.2 Situación de Aprendizaje (SA)

En este apartado, se presenta la elaboración de la situación de aprendizaje (SA) para el contexto aula que se ha descrito del nivel de 4º de ESO. Por tanto, se seleccionarán y relacionarán todos los conceptos teóricos adquiridos en apartados previos con las actividades que vamos a realizar dentro de esta SA. Se presentarán las diferentes fases de construcción del juego de robótica, distribuido temporalmente por sesiones e incidiendo en las competencias que se pretenden trabajar de la materia.

Curso	4º ESO	Materia	Tecnología		
SA	Programando con EchidnaScratch	Duración	9 h	Sesiones	9
Justificación					
<p>La SA que se plantea está dirigida para alumnos de 4º ESO de la asignatura de Tecnología. Esta SA, se distribuirá en 9 sesiones con una duración de 55 min cada una de ellas, por lo que se desarrollará en unas 3 semanas. En ella se trabajarán diferentes bloques de contenido presentes en el currículo de la asignatura, así como competencias específicas de la asignatura y competencias clave del perfil de salida del alumnado al finalizar la enseñanza básica.</p>					
Objetivos Específicos					
<p><b>01</b> → Analizar el comportamiento de los entornos de programación con sus diagramas de flujo</p> <p><b>02</b> → Identificar las diferentes técnicas de fabricación y aplicarlas para construir un prototipo de marioneta.</p> <p><b>03</b> → Utilización y aprendizaje de la herramienta de IA denominada LearningML</p> <p><b>04</b> → Aprendizaje de los componentes básicos de la electrónica digital, programando la placa electrónica Echidna</p> <p><b>05</b> → Utilización y aprendizaje del entorno de programación Scratch</p> <p><b>06</b> → Construcción y programación de un juego de robótica de una marioneta haciendo uso de la programación por bloques de Scratch, integrando la placa Echidna y la aplicación de reconocimiento de imágenes LearningML.</p>					

### Relación con los ODS



### Competencias Específicas

**CE2.** Fabricar soluciones tecnológicas utilizando los conocimientos interdisciplinarios, las técnicas y los recursos disponibles de manera apropiada y segura para dar una respuesta satisfactoria a las necesidades planteadas.

**CE4.** Diseñar y construir sistemas de control programables y robóticos, desarrollando soluciones automatizadas mediante la implementación de algoritmos y operadores tecnológicos.

**CE6.** Contribuir al desarrollo sostenible analizando críticamente el uso de objetos, materiales, productos, instalaciones y procesos tecnológicos, valorando los impactos y las repercusiones ambientales, sociales y éticas de estos, y proponiendo alternativas realistas.

### Saberes Básicos

#### Productos y materiales

- Estrategias de selección de materiales sobre las bases de sus propiedades o requisitos

#### Fabricación

- Técnicas de fabricación manual y mecánica. Aplicaciones prácticas
- Seguridad e higiene, uso responsable

#### Electrónica Analógica y Digital

- Componentes básicos y simbología
- Análisis y montaje de circuitos elementales
- Uso de simuladores para analizar el comportamiento de los circuitos
- Elementos aplicados a la robótica

### **Sistemas de control programado**

- Sistemas automáticos: funcionamiento, tipos y componentes de control
- Sensores, actuadores y controladores

### **Robótica**

- Programación y aplicación de microcontroladores con la experimentación en prototipos diseñados
- Diseño, construcción y control de robots sencillos de manera física o programada

## **Estrategia metodológica**

Para el desarrollo de la SA, se parte de los conocimientos previos adquiridos de las otras situaciones de aprendizaje del curso, ya que el alumno ha ido construyendo el conocimiento de menos a más en la asignatura. Para esta SA, el aprendizaje se basa en el descubrimiento y en la prueba-error (constructivismo). Los alumnos están familiarizados con la herramienta EchidnaScratch, tienen dominio de las TIC y pueden realizar múltiples pruebas e ir equivocándose como parte de su aprendizaje.

Las actividades irán enfocadas en esta línea, fomentando la parte colaborativa con el proyecto planteado, con explicaciones y ayuda entre iguales y más tarde impulsando la autonomía y responsabilidad de los alumnos para realizar una memoria final de forma colectiva y aplicar todo lo aprendido en la SA y durante la construcción del prototipo. Concretamente se hará uso de:

### **Técnica Expositiva**

- Se utilizará para presentar los contenidos teóricos de forma clara y mediante apoyo visual, teniendo en cuenta las posibles características del alumnado

### **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)**

- El aprendizaje se construye principalmente mediante la construcción del juego de robótica, el cual es el producto final del proyecto, que tienen que alcanzar.

### **Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ)**

- El producto final es básicamente un juego sobre preguntas acerca de los componentes electrónicos y digitales que ellos mismos van a diseñar y que por tanto, aprenderán de forma transversal.

<b>Actividades de enseñanza y aprendizaje</b>				
<b>Sesión</b>	<b>Actividad</b>	<b>Recursos</b>	<b>Lugar</b>	<b>(t)</b>
<b>Sesión 1</b>	Se realizará exposición teórica para definir conceptos de elementos y componentes básicos de electrónica, así como sensores, actuadores, etc.	Material audiovisual con diapositivas	Aula Taller	55'
<b>Sesión 2</b>	Introducción a las placas electrónicas. Presentación de Echidna, LML y Scratch	Material audiovisual, placas electrónicas y uso de ordenadores por grupos	Aula Taller	55'
<b>Sesión 3</b>	Construcción de la maqueta de la marioneta de forma manual	Herramientas y materiales adecuados	Aula Taller	55'
<b>Sesión 4</b>	Construcción de la maqueta de la marioneta de forma manual, acoplando los servomotores	Herramientas y materiales adecuados	Aula Taller	55'
<b>Sesión 5</b>	Inicio en la elaboración del programa en EchidnaScratch con ayuda del profesor	Proyección profesor y utilización por grupos de ordenador y placa Echidna	Aula Taller	55'
<b>Sesión 6</b>	Diseño y creación del programa en EchidnaScratch de forma grupal	Ordenador, marioneta y placa Echidna	Aula Taller	55'
<b>Sesión 7</b>	Diseño y creación del programa en EchidnaScratch de forma grupal	Ordenador, marioneta y placa Echidna	Aula Taller	55'
<b>Sesión 8</b>	Elaboración de la memoria final y últimas pruebas del juego creado	Ordenador, marioneta y placa Echidna	Aula Taller	55'
<b>Sesión 9</b>	Exposición del proyecto realizado y presentación de su funcionamiento	Ordenador, marioneta, placa Echidna y apoyo visual para la exposición	Aula Taller	55'



### Medidas de respuesta educativa para la inclusión

**Propuesta de actividades diferenciadas** → Actividades planteadas por el profesor en base a la evaluación inicial y a la evolución del alumno durante el curso

**Materiales didácticos no homogéneos** → Vídeos de uso de herramientas y cuadros resúmenes de programación por bloques

**Agrupamientos flexibles** → Fijar la ubicación del alumno en un grupo determinado.

**Accesibilidad a los entornos de programación** → Al ser una herramienta online, nos permite adaptar el programa, con aplicaciones de adaptación de teclado, reconocimiento de voz, aumento de pantalla, lectura con dedos, etc.

### Criterios de Evaluación

**CEv1** → Seleccionar los materiales y recursos mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos y digitales adecuados a la hora de crear productos y soluciones tecnológicas que den respuesta a problemas o retos tecnológicos planteados.

**CEv2** → Desarrollar las destrezas necesarias para la utilización de las distintas técnicas de fabricación manual y digital aplicadas a proyectos, que permitan construir soluciones tecnológicas que resuelvan problemas o retos tecnológicos planteados.

**CEv3** → Utilizar correctamente herramientas, máquinas y recursos, observando las medidas de seguridad correspondientes y escogiendo las que son adecuadas en función de la operación a realizar y del material sobre el que se actúa

**CEv4** → Programar por bloques o con código el algoritmo de control del robot o sistema automático que permite que interactúe con el entorno.

**CEv5** → Controlar y/o simular sistemas automáticos programables y robots mediante computadores, dispositivos móviles o placas microcontroladoras

**CEv6** → Integrar en las máquinas y sistemas tecnológicos aplicaciones informáticas y tecnologías digitales emergentes de control y simulación como Internet de las cosas, Big Data e Inteligencia Artificial con sentido crítico y ético.

**CEv7** → Hacer un uso responsable de la tecnología, mediante el análisis y aplicación de criterios de sostenibilidad y accesibilidad en el diseño de los productos tecnológicos, en la selección de los materiales, en los procesos de fabricación y en su reciclaje, minimizando el impacto negativo en la sociedad y en el planeta.



Indicadores de Evaluación		Ponderación SA
<b>Actitud</b>	Mediante observación de: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Trabajo individual</li><li>✓ Ayuda a compañeros</li><li>✓ Utilización adecuada del material del taller</li></ul> Se hará uso de rúbrica para evaluar este indicador (0 -10)	10%
<b>Proyecto Grupal</b>	Analizando: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Proyecto realizado (maqueta y programación)</li><li>✓ Memoria final con los contenidos básicos de un proyecto tecnológico</li></ul> Se hará uso de rúbrica para evaluar este indicador (0 -10)	60%
<b>Exposición oral</b>	Consolidación de contenidos teóricos y prácticos con: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Exposición del proyecto realizado y presentación de su funcionamiento</li></ul>	30%

### 4.3 Resultados propuesta

La robótica en la actualidad está muy presente y es un motor de cambio para las sociedades futuras, en las que los alumnos de estos niveles, serán partícipes de ellas. Promover su uso a través de las situaciones de aprendizaje y de materias como la de Tecnología, es clave para desarrollar competencias de forma transversal.

Con la SA planteada, al alumno se le han propuesto tareas complejas, para que sea capaz de movilizar el conjunto de saberes básicos impartidos en la asignatura para afrontarlas. Concretamente, el desarrollo de la propuesta permitirá que los alumnos sean capaces de desarrollar las siguientes competencias específicas y claves:

	CCL	CP	STEM	CD	CPSAA	CC	CE	CCEC
CE2								
CE4								
CE6								

Tabla 3. Relación competencias específicas con competencias clave en la SA

En la Tabla 3, se observa que las competencias clave más trabajadas son la STEM y CD, pues indudablemente son las que más peso tienen en el área de la robótica y el pensamiento computacional. Se han trabajado las 8 competencias clave de forma transversal con las actividades de enseñanza aprendizaje.

Por otro lado, la SA se ha relacionada también con diferentes ODS de forma que los alumnos enfoquen sus soluciones del proyecto hacia el respeto del medio ambiente, el consumo responsable, el compromiso con la ciudadanía, así como el aprovechamiento ético y responsable de la cultura digital y tecnológica.

El proyecto propuesto, trabaja conocimientos claves de automatización, electrónica digital y habilidades como el pensamiento computacional o el trabajo colaborativo gracias al trabajo en grupos. Se ha trabajado también habilidades de construcción manuales, relacionadas con el saber hacer, haciendo un uso responsable y seguro de las diferentes herramientas y técnicas de fabricación. Por otro lado, este tipo de metodología otorga mucha autonomía a los alumnos, que ya se encuentran en el último curso de la ESO. Su nivel de autonomía permite desarrollar un nivel mayor de competencias, tomando decisiones sobre cómo afrontar el problema o con qué productos o herramientas lo realizarán.

La libertad que se les otorga durante esta SA, les permitirá afrontar los diferentes problemas y retos que se les presenten en el futuro, con mayor experiencia y autonomía.

En cuanto a los posibles resultados de la aplicación de esta SA relacionada con el pensamiento computacional, son varios los estudios que demuestran que el uso de los entornos de programación por bloques, proporcionan mejoras significativas en las habilidades como el razonamiento abstracto, sentido espacial y aptitud numérica (Valle y Salgado, 2013). En esta línea, trabajos experimentales como el TFM de Margarita Domingo Blázquez, muestran resultados reales sobre la mejora en estas habilidades, tras la utilización de Scratch, mediante el test de *Inteligencia General y Factorial* (IGF). Así pues, se muestran a continuación, los resultados más significativos:

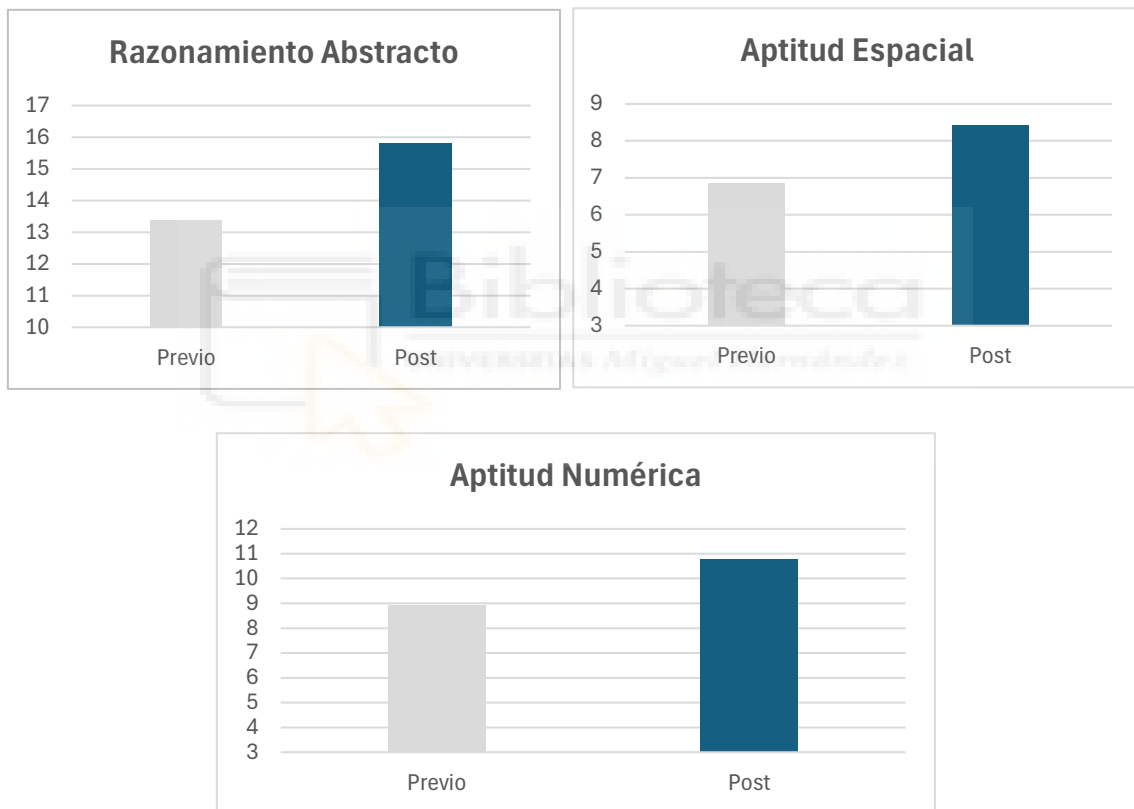


Figura 5. Resultados tras la aplicación de la herramienta Scratch en la ESO (elaboración propia, fuente: (Domingo, Blázquez, 2016))

Como se puede observar en la Figura 6, tras la implementación de la programación por bloques (post) en el entorno de Scratch concretamente, las mejores puntuaciones en el test de IGF, reflejan la mejora en las habilidades planteadas. Este estudio deja constancia del impacto que tiene la utilización de este tipo de herramientas para la mejora en la enseñanza de los alumnos de la etapa de ESO.

## 5. CONCLUSIONES

En el presente Trabajo Fin de Máster, se ha partido de los aspectos más generales de la robótica educativa y la programación por bloques. Se han presentado los hitos más importantes para este área de conocimiento en educación, como la creación del lenguaje de programación Logo en el MIT, que dio lugar al primer robot educativo, llamado Logo Turtle.

Desde su creación, son muchas las aplicaciones que se han ido desarrollando para llevar la robótica y la programación a las aulas de una forma más asequible. La empresa LEGO, ha realizado también gran número de aportaciones a esta materia, con kits de robótica como Lego Technic, Mindstorms, etc. Ya introducidos en el siglo XXI, llegaron las placas electrónicas con microcontroladores, donde el gran referente es Arduino. Estas placas acercan la electrónica a las escuelas de una forma sencilla e intuitiva.

En las últimas décadas, ha sido cuando entornos de programación por bloques como Scratch, también desarrollado por el MIT, han ido introduciéndose en las escuelas con más fuerza. La facilidad que ofrece de programación para los alumnos es su gran ventaja, así como también la posibilidad de conectar con una de las placas integradas más importantes en el ámbito educativo español, como es la placa Echidna.

Analizado el contexto histórico y la situación actual de la robótica y la programación en España, se ha presentado más tarde, algunas de las metodologías más importantes para trabajar situaciones de aprendizaje enfocadas en esta materia. Las metodologías ABP y ABJ, han sido las seleccionadas para impartir la SA descrita.

Por tanto, con todos los conceptos previos analizados y estudiados, se estaba en disposición de presentar la propuesta didáctica, que ha consistido en:

- Creación de un Juego de Robótica de 4º ESO para la asignatura de Tecnología con placa Echidna y programación por bloques Scratch. Consiste en una marioneta accionada por servos que reacciona a imágenes mediante “machine learning”, donde la marioneta reacciona ante el verdadero o falso de la pregunta realizada sobre simbología de componentes eléctricos.

Se han expuesto y detallado las fases de construcción de la propuesta, para tener una aproximación de la duración que podría tener al realizarla en el contexto aula, mediante una situación de aprendizaje. Con la propuesta clara, se ha descrito la SA, con los aspectos más relevantes de esta:

- Justificación
- Objetivos Específicos
- Relación con ODS



- Competencias específicas
- Saberes Básicos
- Estrategia metodológica
- Actividades de enseñanza y aprendizaje
- Medidas de respuesta educativa para la inclusión
- Criterios de Evaluación
- Indicadores de Evaluación

Con la aplicación de esta SA en el aula, se ha presentado las competencias clave que se trabajan de forma transversal, trabajando las 8 competencias del perfil de salida de la enseñanza básica. También se ha querido plasmar los resultados beneficiosos que presentan en los alumnos la utilización de este tipo de herramientas de pensamiento computacional, con estudios que confirman la mejora en habilidades como el razonamiento abstracto, la aptitud espacial o la aptitud numérica, que son 3 de los descriptores de la competencia clave STEAM.

Tanto los objetivos generales (OG), como los específicos (OE), han sido la referencia del trabajo realizado. Planteados al inicio del documento, todos y cada uno de ellos se ha ido alcanzando conforme se ha avanzado en el trabajo, logrando por tanto el objetivo del trabajo de fin de máster.



## 6. REFERENCIAS

- Aparicio Gómez, O., & Ostos Ortiz, O. L. (30 de julio de 2018). *El constructivismo y el construccionismo*. Obtenido de Universidad Santo Tomás: <https://www.redalyc.org/journal/5610/561059326007/html/>
- Arduino. (2024). *What is Arduino?* Obtenido de <https://www.arduino.cc/>
- Brown, H. (1994). *Principles of Language Learning and Teaching*. USA: Prentice Hall, Inc.
- Carmenate, J. G. (2020). *Arduino UNO R3 la revolución del hardware libre*. Obtenido de Programarfacil.
- Conselleria de Eduació, Universitats y empleo. (2024). *NORMATIVA - ED. SECUNDARIA*. Obtenido de Generalitat Valenciana: <https://ceice.gva.es/es/web/ordenacion-academica/secundaria/curriculo>
- Crack the Code. (20 de octubre de 2021). *¿Qué es la programación por bloques?* Obtenido de <https://blog.crackthecode.la/programacion-en-bloques>
- Crack the Code. (15 de septiembre de 2022). *¿Qué es Scratch y para qué sirve este programa?* Obtenido de <https://blog.crackthecode.la/que-es-y-para-que-sirve-scratch>
- Cyberneticzoo. (10 de enero de 2010). *1969 – THE LOGO TURTLE – SEYMOUR PAPERT ET AL (STH AFRICAN/AMERICAN)*. Obtenido de <https://cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/1969-the-logo-turtle-seymour-papert-marvin-minsky-et-al-american/>
- DataScientest. (27 de febrero de 2024). *Scratch: El lenguaje de programación perfecto para iniciarse*. Obtenido de <https://datascientest.com/es/scratch-el-lenguaje-de-programacion-para-iniciarse>
- EchidnaEducación. (2024). *Hardware*. Obtenido de <https://echidna.es/>
- Educación Robótica. (10 de febrero de 2023). *El Origen y la Historia de la Robótica Educativa*. Obtenido de <https://educacionrobotica.com/historia-y-evolucion-robotica-educativa/>
- El Mundo Empresarial. (9 de septiembre de 2016). *La revolución de la Robótica Educativa en España*. Obtenido de <https://www.elmundoempresarial.es/noticias/es/1609/4/5694/La-revoluci%C3%B3n-de-la-Rob%C3%B3tica-Educativa-en-Espa%C3%B1a.htm>
- Evans, B. (2007). *Arduino Programming Notebook*. Ardumania.



- Fernández, R. G. (31 de diciembre de 1986). *Video Construcción de motores*. Obtenido de UNED: <https://canal.uned.es/video/5a6f123ab1111ff1528b47c0>
- González Fernández, M. O. (2021). *Robótica educativa. Una perspectiva didáctica en el aula*. Guadalajara (México): Astra Ediciones, S.A.
- Lee, K., Sullivan, A., & Bers, M. (s.f.). Collaboration by design: Using robotics to foster social interaction in kindergarten. En *Computers in the Schools*, 30 (3), 271 - 281.
- LEGO. (2024). *Lego Technic*. Obtenido de <https://www.lego.com/es-mx/themes/technic/build-for-real>
- Mejía, I., Bryon, G., Salazar, E., René, F., Zúñiga, M., & Hurtado, J. (agosto 2021 - febrero 2022). Robótica educativa como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional. Una revisión de la literatura. *Revista Educación en Ingeniería*, 68-78.
- Ministerio de Educación, Formación profesional y Deportes. (2024). *Educación Secundaria Obligatoria*. Obtenido de <https://educagob.educacionfpydeportes.gob.es/ca/curriculo/curriculo-lomloe/menu-curriculos-basicos/ed-secundaria-obligatoria.html>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (s.f.). *17 objetivos para transformar nuestro mundo*. Obtenido de ODS: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Rodríguez, J. D. (2020). *Aplicación online LearningML*. Obtenido de <https://scratch.echidna.es/learningml/>
- Russo, A. (20 de Octubre de 202). *La recesión y la automatización cambian nuestro futuro laboral, pero hay trabajos que se acercan, afirma un informe*. Obtenido de World Economic Forum: <https://es.weforum.org/press/2020/10/la-recesion-y-la-automatizacion-cambian-nuestro-futuro-laboral-pero-hay-trabajos-que-se-avercinan-afirma-un-informe/>
- Scratch. (s.f.). *Entorno de programación por bloques Scratch*. Obtenido de <https://scratch.echidna.es/>
- TOYPRO. (29 de agosto de 2023). *Historia de LEGO: LEGO Technic*. Obtenido de <https://www.toypro.com/es/news/1019/historia-de-lego-lego-technic>
- Wikipedia. (23 de abril de 2024). *Lego Mindstorms*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Lego\\_Mindstorms](https://es.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms)





## 7. ANEXOS

### Legislación consultada

- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria
- DECRETO 107/2022, de 5 de agosto, del Consell, por el que se establece la ordenación y el currículo de Educación Secundaria Obligatoria
- DECRETO 252/2019, de 29 de noviembre, del Consell Valencià, de regulación de la organización y el funcionamiento de los centros públicos que imparten enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional [2019/11616]
- DECRETO 104/2018, de 27 de julio, del Consell, por el que se desarrollan los principios de equidad y de inclusión en el sistema educativo valenciano
- Orden 20/2019, de 30 de abril, de la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deporte, por la cual se regula la organización de la respuesta educativa para la inclusión del alumnado en los centros docentes sostenidos con fondos públicos del sistema educativo valenciano.
- Resolución de inicio de curso de 6 de julio de 2023, de la Secretaría Autonómica de Educación y Formación Profesional; ya que hacemos referencia al curso 2023-2024



### Abreviaturas de las competencias clave

- Competencia en comunicación lingüística (CCL)
- Competencia plurilingüe (CP)
- Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM, por sus siglas en inglés)
- Competencia digital (CD)
- Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA)
- Competencia ciudadana (CC)
- Competencia emprendedora (CE)
- Competencia en conciencia y expresión culturales (CCEC)

