



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

¿Qué sabe el alumnado de 3º de la ESO sobre robótica?

Lopez Gonzalez, Leandro; de Pro Bueno, Antonio

¿Qué sabe el alumnado de 3º de la ESO sobre robótica?

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 19, núm. 2, 2022

Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92069718001>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2101

¿Qué sabe el alumnado de 3º de la ESO sobre robótica?

What do students know about robotics?

Leandro Lopez Gonzalez

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Universidad de Murcia. España, España

llg1@um.es

 <https://orcid.org/0000-0003-4823-5063>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2101

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92069718001>

Antonio de Pro Bueno

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Universidad de Murcia. España, España

nono@um.es

 <https://orcid.org/0000-0003-3301-8787>

Recepción: 03 Marzo 2021

Revisado: 20 Septiembre 2021

Aprobación: 01 Diciembre 2021

RESUMEN:

A pesar de que en la actualidad vivimos rodeados de sistemas automáticos, el conocimiento que el alumnado tiene al respecto es bastante limitado. Con el fin de descubrir hasta dónde alcanza dicho conocimiento, se ha llevado a cabo la presente investigación. En ella, se pretende estudiar, las ideas previas que un grupo de 42 estudiantes de 3º de ESO tienen acerca de lo que es un robot y si estas se corresponden con el concepto adecuado del mismo. La información ha sido recabada a través de un cuestionario aplicado a los dos grupos en los que se ha realizado la experiencia, formado por cuarenta y dos estudiantes. De acuerdo con los resultados, es destacable que el alumnado presenta un conocimiento insuficiente y poco estructurado sobre el concepto de robot y automatismo. El alumnado que ha participado en este estudio parece identificar a un robot como algo que hace cosas automáticamente, sin tener en cuenta las partes que lo componen, por lo que los consideran "cajas negras" que realizan acciones.

PALABRAS CLAVE: Tecnología, Robótica, Programación.

ABSTRACT:

Despite the fact that today we live surrounded by automatic systems, students' knowledge of them is quite limited. In order to discover the extent of this knowledge, this research has been carried out. The aim of this research is to study, first of all, the previous ideas that a group of 42 students in the 3rd year of ESO have about what a robot is and whether they correspond to the appropriate concept of a robot. The information was collected by means of a questionnaire applied to the two groups in which the experiment was carried out, made up of forty-two pupils. According to the results, it should be noted that the students have an insufficient and unstructured knowledge of the concept of robot and automatism. The students who took part in this study seem to identify a robot as something that does things automatically, without considering the parts that make it up, and therefore consider them to be "black boxes" that carry out actions.

KEYWORDS: Technology, Robotics, Programing.

INTRODUCCIÓN

El aire acondicionado, el ordenador, los frigoríficos inteligentes, las aspiradoras automáticas, los coches, así como una gran variedad de dispositivos que podemos encontrar a diario, poseen una carga tecnológica muy importante, estando algunos de ellos relacionados con el término "robot". Es destacable que, mientras la robótica forma parte de nuestra vida diaria, como en los ejemplos comentados anteriormente, solo desde hace poco sus contenidos han entrado a formar parte del currículo de enseñanzas obligatorias en nuestro país

En concreto, encontramos que en la introducción de la asignatura de Tecnología de la LOE (MEC 2007) aparece el bloque “Control y robótica” en 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria, de acuerdo con el currículo oficial de la Región de Murcia CARM (2007). Posteriormente, la LOMCE introduce la Robótica como asignatura optativa en segundo de la ESO (MEC 2013). Por tanto, hoy día, mientras el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria se encuentra inmerso en un mundo rodeado de aparatos tecnológicos, los contenidos relacionados con la robótica no han sido considerados objeto de estudio importante durante este periodo.

La mayoría de las investigaciones en robótica y programación sobre alumnado de Educación Secundaria Obligatoria suelen centrarse en propuestas didácticas centradas en el objeto de aprendizaje (Diosdado, 2014; Corchuelo, 2015; Rodríguez, 2015). Estos trabajos nos muestran diferentes estrategias de aprendizaje de la robótica educativa a través del construcciónismo (Papert, 1986), aprendizaje basado en problemas o en proyectos y el pensamiento computacional (Wing, 2009). El presente trabajo se centra en un aspecto que parece descuidado en las investigaciones sobre la robótica educativa. Nos referimos a las ideas previas de los estudiantes de secundaria sobre qué es un robot y las partes mínimas que requiere para ser considerado como tal.

Creemos que es de vital importancia evaluar cuáles son los conocimientos iniciales en esta temática, si queremos afrontar la puesta en práctica de una unidad didáctica sobre robótica y programación. Por lo tanto, este estudio se centrará en analizar el nivel de partida del alumnado, con independencia de su origen (experiencias escolares o extraescolares).

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DEL CONCEPTO DE ROBÓTICA

Desde el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), se destaca la necesidad de diseñar y estudiar propuestas de enseñanza sobre temas actuales, que sean importantes para la ciudadanía, que atiendan necesidades de nuestro alumnado, que se encuentren presentes en los medios y que, teniendo presente el currículo oficial, traten de compatibilizar los principios que hay tras cada reforma, con los hallazgos existentes en la investigación e innovación en la DCE. En concreto, la robótica está alcanzando cada vez más relevancia por su presencia en todo lo que nos rodea, lo que explicaría la incorporación de contenidos de enseñanza relacionados con esta temática como referentes curriculares en las últimas leyes educativas. No obstante, su investigación al respecto aún es escasa y se considera pertinente abordar el conocimiento del alumnado sobre los términos que se precisa comprender para la correcta utilización en cuestiones de la vida diaria.

PROBLEMA A INVESTIGAR

Basándonos en lo que Mc-Millan y Schumacher (2005) entienden por problema de investigación, sus peculiaridades y posibilidades, y las consideraciones efectuadas sobre la importancia, significación, de estos, la pregunta central de esta investigación pretende responder a *¿Cómo se puede organizar el aprendizaje de una unidad educativa sobre la robótica y programación, y valorar su desarrollo en el aula (logros, acierto, sensaciones...) y los efectos que generó en el alumnado?*

Tanto desde el punto de vista de docentes como de investigadores, resulta preciso conocer cuáles son los conocimientos del alumnado al cual se va a aplicar cualquier metodología. Por una parte, porque en base a ellos debemos tratar de que edifique sus conocimientos. Por otra, si deseamos valorar los progresos, debemos saber de dónde partimos.

En un caso así, como vamos a ver, hay que tomar en consideración que esta temática forma parte de la materia Tecnología de 3º de la ESO. A pesar de ello, parte del alumnado puede tener ciertos conocimientos y experiencias relacionadas con el concepto de robótica. De ahí que, para cualquier intervención que hagamos,

se deben conocer y ser consideradas para su utilización en el proceso de aprendizaje. Por tanto, para facilitar y organizar la búsqueda de respuestas al anterior problema central, planteamos el Problema Principal Uno (PP1).

Problema Principal Uno (PP1): ¿Cuáles son los conocimientos iniciales que tiene nuestro alumnado de 3º de Educación Secundaria Obligatoria sobre el concepto de robot y las partes del mismo?

REVISIÓN DE ANTECEDENTES

Fue Papert (1986) quien denominó “construccionismo” a su enfoque educativo, que involucraba a las tecnologías de la información. Sostenía que a los niños había que encargarles tareas concretas que le supieran a reto y que facilitaran un contexto positivo para su aprendizaje.

Posteriormente, Resnick (1993) y su grupo también desarrollaron aportaciones interesantes. En el MIT creían que la experiencia de aprendizaje de los niños podría expandirse apoyándose en la construcción del mismo robot. Por ello, se les facilitó kits de construcción que incluían bloques plásticos, dispositivos electrónicos y el concepto LEGO.

Tras analizar la literatura más destacada en nuestro ámbito, vemos que existen muchas aportaciones sobre la robótica educativa, incluso en la misma etapa educativa de nuestra propuesta; entre estas destacan experiencias e innovaciones.

En España existen algunas experiencias en cuanto a la enseñanza de robótica en Enseñanza Secundaria, pero se limitan a algunas unidades didácticas de 3º y 4º de la ESO para las asignaturas de Tecnología e Informática y se basan en la utilización de los robots LEGO (Relaño y Perea, 2009); en concreto, usaba los robots LEGO Mindstorms NXT y el software LEGO NXT-G (Kelly 2006, Astolfo 2007). En artículos internacionales encontramos que Malinvernì (2020) investiga las ideas que alumnos de 10-11 años tienen sobre robots desde la perspectiva artística.

Las propuestas de enseñanza deben estar condicionadas al contexto al que van dirigidas, por lo que variables como el currículo oficial, la capacitación del profesorado, la cultura escolar, y, sobre todo, las características del alumnado complican la transferencia entre varios contextos. Por esta razón, pretendemos centrarnos en aquellas realizadas en el ámbito de la robótica educativa. En concreto, la tabla 1 presenta los aspectos más esenciales de las investigaciones sobre enseñanza de la robótica educativa publicadas en España y Latinoamérica en los últimos siete años. Esta búsqueda se ha realizado usando los buscadores Scopus, Dialnet y Google Scholar. La palabra clave ha sido, por tanto, “robótica educativa” y se han seleccionado los artículos que presentaban más afinidad en cuanto al curso académico y/o nivel educativo respecto a nuestro trabajo.

En la elaboración de los cuadros se han distinguido las tres preguntas clásicas propuestas por Pro (1999, 2009, 2010): ¿Qué se ha investigado?, ¿De qué manera se ha investigado? y ¿A qué conclusiones se ha llegado? Por motivos de extensión, se analiza la primera cuestión, por lo que en la Tabla 1 hemos recogido la información relevante sobre qué se ha investigado. Para cada investigación se han identificado los autores, los interrogantes que se proponían en el trabajo y el marco teórico empleado por los investigadores.

TABLA 1

¿Qué se ha investigado? (IP) propuesta con innovación, (PD) propuesta didáctica, (RT) reflexión teórica, (DT) dispositivo teórico, (ID)investigación diagnóstica.

Autor y año	Tipo	Problema	Marco teórico de referencia o enfoque metodológico
Basogain et al. (2015)	PD	¿Qué es el pensamiento computacional? ¿Cómo puede ser integrado en el aula?	El Pensamiento computacional es una metodología basada en la implementación de conceptos de computación para resolver problemas cotidianos y tareas rutinarias.
Corchuelo (2015)	ID	¿Cuáles son las características de las experiencias de aprendizaje en robótica educativa, desarrollados en la educación básica y media en Colombia, que permiten generar una tendencia para el diseño de ambientes de aprendizaje?	La Robótica educativa innova y fortalece el aprendizaje de distintas áreas de conocimiento. El constructivismo es el modelo pedagógico de la robótica educativa. En el constructivismo se aprende con cada experiencia. El aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos son estrategias de aprendizaje constructivista.
García (2015)	RT	¿Cómo se desarrolla la robótica educativa como forma de trabajo del desarrollo del pensamiento computacional?	Robótica educativa: Imaginar: los alumnos debaten que construir, Diseñar: Se concreta el dispositivo a crear, Construir: los proyectos son armados, Programar: se programan los mecanismos a través de una computadora.
Herías, et al. (2015)	DT	¿Qué experiencias se pueden realizar en el laboratorio de asignaturas de ingeniería?	Experimentación laboratorio introduciendo plataforma arduino
Muñoz, et al. (2015)	ID	¿Cómo ha sido la experiencia en el curso Fundamentos de programación empleando Scratch y Lego?	Con los fundamentos pedagógicos en materia de aprendizaje construcción y educación informática contextualizada se presentan la motivación de un curso usando Scratch, App Inventor y Lego Mindstorms.
Rualez y Ramírez (2015)	DT	Propuesta desarrollada a partir de un robot móvil controlado por Kinect, programado con Scratch y en la plataforma de programación Arduino	Los recursos utilizados en el desarrollo y diseño del robot están enmarcados en políticas de libre distribución de software y hardware libre. El producto de esta investigación pretende aportar a la construcción de conocimiento alrededor de la robótica educativa.
Sichaca y Margarita (2015)	IP	¿Cuáles son las características didácticas de una estrategia que propicie la competencia descriptiva en los estudiantes del ciclo 1 haciendo uso de la robótica?	ABP: un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición de integración de los nuevos conocimientos
Cano y Delgado (2015)	IP	¿Son capaces los alumnos de crear videojuegos complejos con diferentes módulos de programación promoviendo una mayor creatividad?	Identificación de problemas, desarrollo de capacidades creativas, competencias básicas, pensamiento sistemático y crítico, meta cognición e investigación
Zapata-Ros (2015)	RT	¿Qué formas de pensamiento se han manifestado y han sido estudiadas como útiles relacionadas con el pensamiento computacional?	Los niños deben programar la computadora en lugar de ser programados por ella. Son los niños los que tienen que educar a los ordenadores no los ordenadores los que tienen que educar a los niños.
Carro et al. (2016)	DT	Qué diferentes herramientas se pueden usar en Robótica Educativa basada en Lógica Programable	La educación STEM es una tendencia emergente que requiere de herramientas modulares, adaptables y de fácil uso para llamar la atención de los estudiantes durante una sesión educativa.
Conchinha et al. (2016)	PD	Cómo se puede trabajar la robótica educativa en un contexto inclusivo	la Robótica Educativa promueve la participación, la interacción, la adquisición y consolidación del aprendizaje específico con alumnos con NEE.

TABLA 1
Continuación

Autor y año	Tipo	Problema	Marco teórico de referencia o enfoque metodológico
Basogain et al. (2015)	PD	¿Qué es el pensamiento computacional? ¿Cómo puede ser integrado en el aula?	El Pensamiento computacional es una metodología basada en la implementación de conceptos de computación para resolver problemas cotidianos y tareas rutinarias.
Corchuelo (2015)	ID	¿Cuáles son las características de las experiencias de aprendizaje en robótica educativa, desarrollados en la educación básica y media en Colombia, que permiten generar una tendencia para el diseño de ambientes de aprendizaje?	La Robótica educativa innova y fortalece el aprendizaje de distintas áreas de conocimiento. El constructivismo es el modelo pedagógico de la robótica educativa. En el constructivismo se aprende con cada experiencia. El aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos son estrategias de aprendizaje constructivista.
García (2015)	RT	¿Cómo se desarrolla la robótica educativa como forma de trabajo del desarrollo del pensamiento computacional?	Robótica educativa: Imaginar: los alumnos debaten que construir, Diseñar: Se concreta el dispositivo a crear, Construir: los proyectos son armados, Programar: se programan los mecanismos a través de una computadora.
Herías, et al. (2015)	DT	¿Qué experiencias se pueden realizar en el laboratorio de asignaturas de ingeniería?	Experimentación laboratorio introduciendo plataforma arduino
Muñoz, et al. (2015)	ID	¿Cómo ha sido la experiencia en el curso Fundamentos de programación empleando Scratch y Lego?	Con los fundamentos pedagógicos en materia de aprendizaje construcción y educación informática contextualizada se presentan la motivación de un curso usando Scratch, App Inventor y Lego Mindstorms.
Rualez y Ramírez (2015)	DT	Propuesta desarrollada a partir de un robot móvil controlado por Kinect, programado con Scratch y en la plataforma de programación Arduino	Los recursos utilizados en el desarrollo y diseño del robot están enmarcados en políticas de libre distribución de software y hardware libre. El producto de esta investigación pretende aportar a la construcción de conocimiento alrededor de la robótica educativa.
Sichaca y Margarita (2015)	IP	¿Cuáles son las características didácticas de una estrategia que propicie la competencia descriptiva en los estudiantes del ciclo 1 haciendo uso de la robótica?	ABP: un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición de integración de los nuevos conocimientos
Cano y Delgado (2015)	IP	¿Son capaces los alumnos de crear videojuegos complejos con diferentes módulos de programación promoviendo una mayor creatividad?	Identificación de problemas, desarrollo de capacidades creativas, competencias básicas, pensamiento sistemático y crítico, meta cognición e investigación
Zapata-Ros (2015)	RT	¿Qué formas de pensamiento se han manifestado y han sido estudiadas como útiles relacionadas con el pensamiento computacional?	Los niños deben programar la computadora en lugar de ser programados por ella. Son los niños los que tienen que educar a los ordenadores no los ordenadores los que tienen que educar a los niños.
Carro et al. (2016)	DT	Qué diferentes herramientas se pueden usar en Robótica Educativa basada en Lógica Programable	La educación STEM es una tendencia emergente que requiere de herramientas modulares, adaptables y de fácil uso para llamar la atención de los estudiantes durante una sesión educativa.
Conchinha et al. (2016)	PD	Cómo se puede trabajar la robótica educativa en un contexto inclusivo	la Robótica Educativa promueve la participación, la interacción, la adquisición y consolidación del aprendizaje específico con alumnos con NEE.

TABLA 1
Continuación

Autor y año	Tipo	Problema	Marco teórico de referencia o enfoque metodológico
Mora y Prada (2016)	IP	Qué estrategia pedagógica basada en la robótica educativa puede aprovechar el tiempo libre de niños y jóvenes	Constructivismo: el niño construye esquemas más complejos. Constructivismo + tecnología= construcción: se logra aprendizaje significativo si el conocimiento se transforma en un producto.
Vega-Moreno et al. (2016)	PD	¿Cómo pueden los alumnos aprender Robótica mediante metodología por proyectos usando un vehículo operado remotamente?	Aprendizaje por proyectos es un complemento al sistema educativo actual. Debe fomentarse el aprendizaje por habilidades de manera transversal y multidisciplinar.
Aldeguer et al. (2017)	ID	¿Por qué y cómo hacer robótica educativa en educación primaria	Constructivismo de Piaget, teoría de la zona de desarrollo próximo de Vigotsky, Construcción de Papert, lenguaje Scratch de Resnick, programación de robots de Abelsson, pensamiento computacional y aprendizaje por indagación.
Cabello et al. (2017)	DT	Creación y validación de un cuestionario sobre la introducción de robótica en primaria	Los robots pueden usarse para el desarrollo y crecimiento intelectual del alumnado y para facilitar el conocimiento de la tecnología que le rodea
Castro et al. (2017)	DT	Experiencia de actividad robótica en actividades extraescolares	Desde la robótica educativa se establece, a partir de la teoría constructivista de Piaget, que no existe aprendizaje si no hay intervención del estudiante en la construcción del objeto de conocimiento.
Quiroga (2017)	RT	¿Puede ser la robótica una alternativa en educación infantil en la metodología ABP?	El construcciónismo ocurre en un contexto donde se crea una entidad. Se fomenta una práctica formativa del pensamiento computacional desde las primeras etapas de desarrollo
Ruge et al. (2017)	PD	Propuesta de robot para educación en ingeniería	El método de aprendizaje basado en constructivismo facilita la obtención de resultados en corto tiempo, dado que el aprendiz adopta un rol activo durante el proceso de formación
Martín y Aparicio (2018)	RT	Propuesta de empleo de software en Tecnología, programación y robótica en la ESO	Hay 5 ejes principales: Programación y pensamiento computacional, robótica y su conexión con el mundo real, ABP, Internet y su uso y Técnicas de diseño e impresión en 3D.
Padilla y Martínez (2018)	DT	Experiencia didáctica basada en ABP con Arduino en 3º de la ESO	Se usan metodologías activas que conciben el aprendizaje como un proceso constructivo y no receptivo, fomentando la participación activa del estudiante y su protagonismo. Se basan en el aprendizaje auto-dirigido.
Payán (2019)	PD	Diseño y desarrollo de un robot de uso cotidiano en alumnos de entre 8 y 10 años con el set Lego Mindstorms	Metodología de proyectos, aprendizaje colaborativo
Rendón y Villa (2018)	RT	Uso de la Robótica como herramienta didáctica multidisciplinaria en semillero de estudiantes de Secundaria para el trabajo de diferentes temáticas relacionadas con la robótica.	La robótica pedagógica, privilegia el aprendizaje inductivo y por descubrimiento guiado, asegurándose de que se diseñen y experimenten un conjunto de experiencias que se inscriben en la teoría Cognoscitivista, con procesos constructivistas dando importancia al error como detonador de alternativas de solución.

TABLA 1
Continuación

Autor y año	Tipo	Problema	Marco teórico de referencia o enfoque metodológico
Rubert (2019)	IP	Elaboración de material basado en juegos y en cartas digitales usando robots para el aprendizaje de las matemáticas usando el Aprendizaje Basado en Juegos	La metodología empleada en el trabajo es el aprendizaje basado en Juegos. Las principales características son: Competitividad, involucración, y recompensas.
Pujol López, Francisco Antonio, et al. (2020)	IP	¿Cómo se puede integrar la robótica como herramienta para aproximar la tecnología de manera eficaz y motivadora?	Metodología STEM, aprendizaje colaborativo.
Real (2020)		Introducción a la robótica con Lego en un programa bilingüe	Metodología STEM, Aprendizaje basado en proyectos.

Los trabajos los hemos categorizado como: investigación con propuesta con innovación (IP), donde encontramos 11 (31%); propuesta didáctica (PD), 9 trabajos (26%); reflexión teórica (RT), 6 artículos; dispositivo teórico (DT), se encuentran 6 contribuciones; e investigación diagnóstica (ID), con un total de 3.

Tras el análisis de estos artículos podemos afirmar que actualmente la robótica educativa es un tema de bastante actualidad, existen multitud de experiencias que aportan un valioso conocimiento sobre el área desde multitud de enfoques y se ocupan de todos los niveles educativos, desde Educación Infantil y Primaria hasta universitarios. Las propuestas realizadas se aplican en aulas reales, como en el caso de Vega-Moreno (2016), en el que se propone el diseño de un robot sumergible aportando la documentación necesaria para construirlo. También destacamos la creación de torneos y concursos sobre robots como estímulo para el alumnado (Corchuelo, 2015).

Este tipo de propuestas pueden ayudar al resto de profesorado con menos experiencia a que se introduzca en este campo, pues la robótica educativa debería de dotarse con los recursos necesarios para que el alumnado pueda trabajar adecuadamente (Muñoz, 2015 y Corchuelo, 2015). Según Aldeguer (2017), sería interesante que la robótica educativa estuviera presente en todos los cursos de primaria, trabajando por proyectos y con la colaboración de las familias. Por tanto, es importante ofrecer la formación necesaria para que los docentes puedan conocer las novedades en el ámbito de la robótica educativa, ya que están apareciendo nuevos productos y soluciones que pueden ser aprovechadas en el aula (Corchuelo, 2015).

DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES Y SU CONTEXTO

El alumnado del centro de estudio es de una procedencia bastante heterogénea al pertenecer a diversos ámbitos urbanos, rurales y residenciales. De los 42 estudiantes que participaron en la experiencia, tan solo uno era repetidor, mientras que la asignatura de Tecnología habría sido aprobada por la totalidad en cursos previos.

Referente al manejo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, cabe reseñar que, en general, no ha sido detectada ninguna incidencia al respecto, lo cual es indicativo de que el alumnado cuenta con un conocimiento básico suficiente para desenvolverse en el aula. Además, con anterioridad han tenido un contacto previo con los equipos informáticos, hecho que puede dotar de soltura y plasticidad suficiente para aprender nuevos programas. En relación con los resultados académicos en las asignaturas de ciencias

(Matemáticas, Ciencias Naturales, Física y Química y Tecnología), encontramos que la media de los dos grupos fue de 6,6 con una desviación típica de 1,83.

INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN Y METODOLOGÍA EMPLEADA

El cuestionario utilizado forma parte de un pretest diseñado para valorar una propuesta didáctica de una tesis sobre robótica y programación.

Las cuestiones fueron validadas por 3 expertos (un profesor de educación secundaria de Tecnología, y dos investigadores del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales)

TABLA 2
Preguntas del cuestionario

Ítem	
R1a	¿Qué es para ti un robot?
R1b	¿Qué es un automatismo?
R1c	¿Cómo crees que funciona un robot?
R1d	En cuanto al funcionamiento del robot, ¿en cuántas partes crees que se puede dividir un robot?
R.2	Nombra 4 robots que tú conozcas y comenta cómo crees que funcionan
R.3	¿Cuál crees que es el motivo por el cual se usan robots y sistemas automáticos?

De cada preguntase realizó un vaciado horizontal y vertical; es decir, se determinó el número de alumnos o alumnas que habían indicado una respuesta adecuada o no adecuada, así como cuántas respuestas fueron indicadas en total, de las que se ha realizado la media por alumno/a y por respuesta.

En la corrección de los apartados R1a, R1c y R2 del test se han estructurado las respuestas en tres subrespuestas: ideas sobre la entrada de datos, sobre el procesamiento y sobre la salida o actuador. Una vez clasificadas las respuestas, se ha procedido a enumerar cuáles son adecuadas y no adecuadas, así como las posibles combinaciones de las mismas obteniendo un indicador en forma de porcentaje con la valoración de cada ítem. En el ítem R1b para la corrección del ejercicio se ha estudiado el término automatismo, el cual difiere del concepto de robot.

La calificación del test se ha llevado a cabo aplicando la siguiente fórmula:

$$ai\# = \#(R1a\#\#3)\# + \#(R1b\#\#2)\# + \#(R1c\#\#3)\# + \#(R1d\#\#3)\# + \#(R2\#\#4)\# + \#(R3\#\#1)$$

Siendo ai la nota de cada alumno sobre 6. Esta fórmula se ha introducido para armonizar las diferencias en el número de respuestas posibles que había en cada pregunta, con el fin de que todas las repuestas tengan el mismo valor relativo. Posteriormente se ha ponderado esta nota sobre 10 para conocer la calificación de cada alumno correspondiente con el test.

RESULTADOS

Para determinar si la respuesta es adecuada, se han revisado diferentes definiciones. Así, la Real Academia de la Lengua Española define al robot como “Máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo para personas”. Maza *et al* (2013, p.2) añaden que “Un robot es una máquina con componentes electrónicos y mecánicos, dotado de elementos para percibir su entorno y diseñado para actuar en el mismo con una determinada capacidad de decisión”. En nuestra investigación tendremos en cuenta esta última definición en la corrección de las respuestas del alumnado.

Pregunta R1a

Referente a la pregunta R1a (¿Qué es para ti un robot?), no hay ningún estudiante que haya reconocido las tres partes de la pregunta, por lo que se han analizado las subrespuestas formuladas por los participantes. En este sentido, las respuestas de 33 estudiantes (80,4%) han sido adecuadas en al menos una de las partes de la respuesta.

En la primera subrespuesta “Entrada de datos”, tan solo un alumno (A6) ha señalado: “máquina automatizada que cumple lo que ordenas”. En cuanto a la segunda, “procesa información automáticamente”, es reconocida por 13 estudiantes, y la tercera, referente a “realiza actividad”, es la que un mayor número ha sido capaz de identificar, un total de 30.

En el caso de la segunda subrespuesta “Procesa información automáticamente”, en la Tabla 3 se recogen las respuestas adecuadas más frecuentes.

TABLA 3
Respuestas R1a-2

Respuestas	N.º alumnos/as	% alumnos/as
Funciona de manera automática y hace cosas	A19, B9 B13 y B14	10%
Máquina que se mueve por si sola con un programa	A25, B8, B11 y B12	10%
Puede pensar y hacer cosas por sí solo	A23 Y B5	5%
Realiza actividades más rápida y precisa y puede ser automática	A16	2%
Máquina automatizada que cumple lo que ordenas	A6	2%
Mecanismo móvil autómata realiza trabajo de forma automática	A5	2%
Total	13	32%

Respecto a la última subrespuesta, “Realiza una actividad”, la tabla 4 recoge las subrespuestas que han sido consideradas adecuadas.

TABLA 4
Respuestas R1a-3

Respuesta	N.º alumnos/as	% alumnos/as
Funciona de manera automática y hace cosas	A19, B9, B13 y B14	10%
Máquina que se mueve por sí sola con un programa	A25, B8, B11 y B12	10%
Realiza una función determinada	A4, A7, A11 y A14	10%
Sistema que puedes programar para que haga cosas determinadas	A15, A25, A28 y B6	10%
Máquina capaz de crear movimientos	B4 y B10	5%
Objetos que programas para que hagan lo que quieran	A8 y A28	5%
Conjunto de circuitos capaz de realizar tareas	A12	2%
Conjunto de circuitos que se mueven y hacen cosas	A2	2%
Cosas responden a órdenes por la corriente	A24	2%
Máquina capaz de moverse y realizar acciones	A18	2%
Máquina capaz de realizar trabajo que se ha programado	A17	2%
Mecanismo complejo se mueve sin intervención humana	A10	2%
Mecanismo móvil autómata realiza trabajo de forma automática	A5	2%
Realiza actividades más rápida y precisa y puede ser automática	A16	2%
Realizar una actividad precisa	A20	2%
Sistema que realiza acción	A21	2%
Total	30	73%

En cuanto a las contestaciones que incluían más de una subrespuesta, el alumno A6 ha sido capaz de identificar las dos primeras partes de la respuesta. En el caso de las respuestas 2 y 3, las han reconocido 10 estudiantes (A5, A16, A19, A25, B8, B9, B11, B12, B13 y B14), como muestran los siguientes ejemplos:

- Funciona de manera automática y hace cosas
- Máquina que se mueve por sí sola con un programa

En cuanto a la combinación de soluciones 1 y 3 no ha habido ningún estudiante.

Por otro lado, en la tabla 5 se recogen las respuestas no adecuadas junto con la frecuencia de cada una.

TABLA 5
Respuestas no adecuadas R1a-3

Respuesta	N.º alumno/as	% alumnos/as
Te facilita tu vida diaria	A13, B2	5%
Algo mecanizado	B7	2%
Máquina que tiene vida propia	A27	2%
Mecanismo muy complicado	A22	2%
No lo sé	A3	2%
Puede servir para diversas cosas, rodeados de cosas robotizadas	A9	2%
Tecnología con elevado grado de precisión	A1	2%
TOTAL		20%

A continuación, la tabla 6 muestra un cuadro resumen de los resultados de la pregunta R1a:

TABLA 6
Resumen respuestas adecuadas R1a

Resultados	N.º alumnos/as	% alumnos/as
Ninguna adecuada	8	20%
Respuesta 1 adecuada	1	2%
Respuesta 2 adecuada	13	32%
Respuesta 3 adecuada	30	73%
Respuesta 1 y 2 adecuada	1	2%
Respuesta 1 y 3 adecuada	0	0%
Respuesta 2 y 3 adecuada	10	24%
Respuesta 1, 2 y 3 adecuada	0	0%

En cuanto a las respuestas no adecuadas del alumnado, es posible concluir que hay disparidad en las respuestas. El alumnado percibe los automatismos y robot como una caja negra con cosas que hacen alguna acción. Respuestas como: "Máquina que tiene vida propia" o "puede servir para diversas cosas" justifican este planteamiento.

En cualquier caso, los estudiantes parecen tener cierta idea de lo que es un robot, aunque solo son capaces de reconocer la actividad que realiza. El alumnado asocia que se realiza una actividad con un sujeto robótico. El número de estudiantes que han sabido identificar a los robots o automatismos no solo con la acción de realizar una actividad se considera escaso.

Pregunta R1b

El ítem R1b corresponde con la pregunta “¿qué es un automatismo”, a la que han respondido 39 de los 42 participantes. De estas 39 respuestas, tan solo 5 han sido correctas, por tanto, 34 estudiantes han respondido erróneamente a la pregunta.

El criterio de corrección de esta pregunta lo vamos a extraer de la definición que encontramos de automatismo en la Real Academia de la Lengua Española, donde podemos leer: Automatismo: desarrollo de un proceso o funcionamiento de un mecanismo por sí solo.

Si comparamos esta definición con la de robot, vemos que encontramos una diferencia muy significativa, y es que los automatismos carecen de sensores. Por tanto, en la corrección de este ítem consideraremos tan solo dos partes en los automatismos, procesamiento de señal y realización de una actividad.

Analizando las respuestas adecuadas, encontramos que tan solo B9 ha identificado las dos: "Sistema electrónico que actúa solo si está programado anteriormente"; identifica que realiza una actividad y que hay que programar. Los estudiantes A13, A16, B12 y B14 han sido capaces de identificar una parte de la respuesta. La tabla 7 recoge las adecuadas a la subrespuesta R1b-1 "Procesa información automáticamente" ofrecidas por 5 de los participantes.

TABLA 7
Respuestas adecuadas R1b-1

Respuesta	N.º alumnos/as	% alumnos/as
Sistema informático que actúa solo programado anteriormente	B12 y B14	5%
Algo que funciona automáticamente	A13	3%
Proceso por el que se realiza una actividad automática	A16	3%
Aparato electrónico que tiene programado funciones determinadas	B9	3%
Total	5	13%

La subrespuesta R1b-2 "Realizar una actividad" no ha sido reconocida por ningún estudiante; la tabla 8 recoge las respuestas no adecuadas más frecuentes.

TABLA 8
Respuestas no adecuadas R1b

Respuesta	N.º alumnos/as	% alumnos/as
No he escuchado esa palabra	11	28%
No lo sé	9	23%
Que va solo	4	10%
Funciona por sí solo	2	5%
Con lo que se mueve el robot	2	5%
Hacernos la vida más fácil	1	3%
Sistema del robot para que funcione	1	3%
Robot automático	1	3%
Robot con movimientos menos complejos	1	3%
TOTAL	34	87%

A continuación, se muestra en la tabla 9 un resumen de las respuestas:

TABLA 9
Resumen respuestas adecuadas R1b

Resultados	N.º alumnos/as	% alumnos/as
Ninguna adecuada	34	87%
Respuesta 1 adecuada	5	13%
Respuesta 2 adecuada	0	0%
Respuesta 1 y 2 adecuadas	0	0%

Como conclusión, podemos decir que la mayor parte del alumnado (87.5%) no reconoce lo que es un automatismo; solo 4 identifican una parte de la solución (A12, A16, B12 y B14).

Este concepto “automatismo” resulta algo novedoso para más de la mitad de los participantes (11 estudiantes no habían oído esta palabra y 9 no sabían lo que era, el 51% del total).

Pregunta R1c

El análisis de las subrespuestas adecuadas en relación a “Recoge datos” (R1c-1), indica que 2 alumnos (A16 y A24) han contestado adecuadamente, siendo las respuestas: “Recibe una señal, la transforma, y elabora una respuesta” y “una parte genera órdenes y otra las realiza” respectivamente.

En la subrespuesta R1c-2 “Procesa y compara” encontramos que 7 estudiantes han identificado la solución correctamente, como muestra la tabla 10.

TABLA 10
Subrespuestas adecuadas R1c-2

Respuesta	N.º alumnos/as	% alumnos/as
Fuente de energía activa circuito inteligente que sigue órdenes programadas	A25 y B14	5%
Con circuitos programados para que funcionen como ellos quieran	A9	2%
Recibe una señal, la transforma y elabora una respuesta	A16	2%
Motor conectado a ordenador que le mandas órdenes	A28	2%
Chip que mete la programación de lo que está programado para hacer	B9	2%
Total	7	

Para la última subrespuesta R1c-3, “Realiza una acción”, encontramos 5 estudiantes (tabla 11).

TABLA 11
Subrespuestas adecuadas R1c-3

Respuesta	N.º alumnos	% alumnos
tiene un pulsador para encender un motor que se enciende y realiza alguna función	A11	2%
recibe una señal, la transforma y elabora una respuesta	A16	2%
con un motor programado que realiza la actividad	A20	2%
una parte genera órdenes y otra las realiza	A24	2%
motor y mecanismos complejos generan movimiento	B4	2%
Total	5	

En cuanto a aciertos múltiples, encontramos que tan solo A16 ha sido capaz de reconocer las tres soluciones de la pregunta: “recibe una señal, la transforma y elabora una respuesta”. El alumno A24 ha identificado dos partes: “una parte genera órdenes y otra las realiza”

En la tabla 12 se recogen las respuestas no adecuadas, el número de estudiantes que indican cada respuesta, así como el porcentaje del total.

TABLA 12
Respuestas no adecuadas R1c

Respuesta	N.º alumnos/as	% alumnos/as
con muchos cables y circuitos	A10, A14, A22, B1 y B10	12%
mecanismos con muchas partes	A28, B2, B6 y B12	10%
no lo sé	A4 y A18	5%
con chips, radio control por ordenador	A5 y A19	5%
le das a un botón que lo activa y trabaja solo	A6 y A26	5%
mecanismos que tú programas	A15 y A17	5%
por un sistema operativo	A1	2%
con pilas o enchufado a corriente	A3	2%
mediante mecanismo complejo se activa la placa base	A12	2%
con una placa base	A13	2%
aparatos tecnológicos	A21	2%
con un sistema más especializado que un ordenador	A23	2%
chips y cables	B5	2%
chips y códigos	B7	2%
códigos	B8	2%
circuitos, microchips, memorias y sistemas por los que circula electricidad	B11	2%
de forma automática	B13	2%
Total	28	

En la tabla 13 se muestra el resumen de las respuestas para esta pregunta.

TABLA 13
Resumen respuestas adecuadas R1c

Resultados	N.º alumnos/as	% alumnos/as
Ninguna adecuada	28	72%
Respuesta 1 adecuada	2	5%
Respuesta 2 adecuada	7	18%
Respuesta 3 adecuada	5	13%
Respuesta 1 y 2 adecuadas	1	3%
Respuesta 1 y 3 adecuadas	2	5%
Respuesta 2 y 3 adecuadas	1	3%
Respuesta 1, 2 y 3 adecuadas	1	3%

Podemos decir que la mayoría del alumnado no es capaz de explicar el funcionamiento de un robot, solo se refieren a una de las partes de su funcionamiento. Identifican la función de “procesa y compara”, descartando la toma de datos y la realización de acciones.

El alumnado percibe a los robots y automatismos como objetos “con muchos cables y circuitos”, “mecanismos con muchas partes” o “le das a un botón que lo activa y trabaja solo”, lo que refuerza la idea de que reconocen la complejidad que tienen, pero no son capaces de identificar las distintas partes que intervienen en los automatismos. Tan solo los reconocen como artefactos que causan un efecto, pero sin entrar en el por qué o el cómo.

Pregunta R2

En esta cuestión, el criterio de corrección empleado sobre “Nombra 4 robots que tú conozcas” ha consistido en valorar cada solución propuesta por el alumnado de manera que consistiera en un elemento con una entrada de datos, un proceso de información y una salida de resultados.

Las respuestas adecuadas que con más frecuencia se han contestado son:

- Con 16 repeticiones: Robot que limpia la casa
- Con 12 repeticiones: Thermomix
- Con 11 repeticiones: Terminator
- Con 10 repeticiones: R2D2
- Con 6 repeticiones: lavadora
- Con 5 repeticiones: horno
- Con 4 repeticiones: frigorífico
- Con 3 repeticiones: Robocop, Transformer y Mazinger Z
- Con 2 repeticiones: Asimo, Iron Man, Robosapiens, coche con sistema automático de aparcamiento, Curiosity, Androide, C3PO, Wally, calefactor, perro de juguete y máquina de sembrar.
- Con 1 repetición: robot de fábricas, Bender, K9 perro robot, Eva, Cortocircuito, Monte, robots que juegan al fútbol y robots que bailan y hablan.

La tabla 14 muestra, de forma global, los aciertos del alumnado.

TABLA 14
Respuestas adecuadas R2

Resultados	N.º alumnos/as	% alumnos/as
4 respuestas correctas	14	34%
3 respuestas correctas	10	24%
2 respuestas correctas	9	22%
1 respuesta correcta	5	12%
0 respuestas correcta	3	7%

En cuanto a las respuestas erróneas, consideramos las que no tienen incorporados sensores. Las no adecuadas fueron:

- Con 9 repeticiones: móvil
 - Con 6 repeticiones: televisión
 - Con 5 repeticiones: coche
 - Con 2 repeticiones: coche tele-dirigido, portátil y mando de televisión.
 - Con 1 repetición: Bumble Bee, lavadero, psp, taladro, motor, máquina de llevar peso y moto.
- Además, tres estudiantes no han sido capaces de proponer al menos un robot.

Para concluir, es destacable que los estudiantes son capaces de identificar qué es un robot a través de objetos cotidianos de casa y con ayuda de la televisión y películas. Asimismo, el 80% ha dado 2 o más respuestas correctas, lo que nos hace pensar que el alumnado es capaz de identificar correctamente robots y automatismos en su entorno.

De las respuestas no adecuadas, podemos observar cómo los estudiantes proponen como posible solución cualquier aparato o dispositivo que cuenta con ciertos elementos electrónicos o eléctricos como una televisión, móvil, coche, portátil, taladro, PSP, entre otros.

Pregunta R3

La solución correcta al ítem propuesto “¿Cuál crees que es el motivo por el cual se usan robots y sistemas automáticos?” debe señalar que hace la vida más fácil y realiza actividades duras o peligrosas.

El número de estudiantes que han acertado la pregunta es de 34 (85%). Han sido propuestas 6 respuestas distintas y con las ideas fundamentales:

- “Para hacer la vida más fácil” por 22 alumnos.
- “Para facilitar el trabajo de las personas” por 4 estudiantes.
- “Por comodidad” por 5 estudiantes.
- “Para hacer los trabajos más rápidos” por 4 estudiantes.
- “Vida más fácil y trabajos que no podemos” por 1 estudiante.
- “Manera más rápida y precisa” por 1 estudiante.
- “Por seguridad y más horas de trabajo” por 1 estudiante.

En cuanto a las respuestas no adecuadas, el número de estudiantes que no han contestado correctamente la pregunta es de 6 (15%), siendo las respuestas las siguientes:

- “Ahorrar trabajo” por 1 estudiante (A11).
- “Sustituye trabajo de personas” por 2 estudiantes (A24 y B6).

- “No se cansan” por 1 estudiante (B12).
- “Las personas hagan menos cosas y se cansen menos” por 1 estudiante (B13).
- “Por la innovación y la tecnología” por 1 estudiante.

A continuación, se muestra en la tabla 15 un resumen con los resultados de esta pregunta.

TABLA 15
Resumen respuestas R3

Resultados	N.º alumnos/as	% alumnos/as
Respuesta correcta	34	85%
Respuesta incorrecta	6	15%

Encontramos que el 85% del alumnado ha respondido correctamente, conoce el motivo por el cual se usan robots y sistemas automáticos. Analizando las respuestas no adecuadas se encuentran respuestas como “sustituye trabajo de personas” o “ahorrar trabajo”, que indican que el alumnado conoce el beneficio de los robots, aunque no se haya identificado adecuadamente el uso último de los sistemas robóticos.

Finalmente, la puntuación global de los estudiantes en esta prueba es de un 3,4 sobre 10, por lo que, a la vista de estos resultados, podemos considerar que los conocimientos del alumnado acerca de lo que es un robot es insuficiente, posiblemente influenciada por las imágenes presentes en personajes de películas y dibujos animados. En el Anexo II se pueden revisar los datos de los resultados por estudiante.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos de los test realizados por los alumnos, valoramos como bajo el nivel de conocimiento del alumnado en relación al concepto de qué es un robot, debido a que su calificación media final ha sido de 3,4 sobre 10.

Este trabajo es novedoso en cuanto a la temática que se ha querido tratar, no hay experiencias previas en lengua castellana de otros autores que hayan decidido investigar cuál es el conocimiento previo sobre robots que tienen los alumnos de 3º de la ESO, por ello no podemos establecer comparaciones sobre otros resultados similares.

A la vista de las respuestas, podemos concluir que el alumnado tiene cierta idea de lo que es un robot, en parte relacionada con personajes de películas, y dibujos animados. Además, conoce cuáles son los motivos que se usan robots y automatismos, pero tiene una gran deficiencia en cuanto al concepto y funcionamiento de estos.

Por todo lo anterior, podemos concluir que:

Nuestro alumnado tenía algunos conocimientos respecto a la robótica y programación, pero eran insuficientes y, sobre todo, poco estructurados.

Se deben destacar las limitaciones del presente trabajo, como son la extensión del mismo y las características del alumnado que nos fue asignado al comienzo del año escolar. En actuaciones futuras, sería conveniente para contrastar los resultados, pasar el test a otros alumnos de distintos centros del mismo curso o bien de cursos diferentes para poder establecer comparaciones respecto al conocimiento previo sobre lo qué es un robot.

Este trabajo puede ayudar a los docentes de la asignatura Robótica en Educación Secundaria Obligatoria, a la hora de dar una definición de robot a sus estudiantes. Este punto de partida es fundamental, ya que sobre él se podrán apoyar y construir el resto de conocimientos relacionados. También es importante para el estudio de los robots, el contar con material adecuado y actualizado en el aula. Se debe recordar la importancia de

que el profesorado que trabaja con esta temática tiene que tener los conocimientos suficientes y actualizados para poder ejercer la acción docente de manera adecuada, para ello deberán de contar con recursos formativos adecuados en nivel, cantidad y calidad.

MATERIALES SUPLEMENTARIOS

Anexo I (pdf)

Anexo II (pdf)

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el proyecto PGC2018-097988-A-I00 financiado por: FEDER / Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI) de España-Agencia Estatal de Investigación (AEI).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Ortiz J., Márquez-Aguilar A. (2015) Ambientes de aprendizaje para la ciencia usando tecnología Arduino. *II Simposio sobre Comunicación de la Ciencia y la Tecnología en Latinoamérica*.
- Aldeguer S. P., Pérez G. C., Calafi A. P. (2017) *Propuestas de innovación educativa en la sociedad de la información*. Eindhoven: Adaya Press.
- Astolfo D., Ferrari M., Ferrari G. (2007) *Building Robots with LEGO Mindstorms NXT*. Editorial Syngress.
- Basogain X., Olabe M.A. Olabe J.C., (2015) Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 46(6). DOI: 10.6018/red/46/6
- Cabello-Ochoa S., Carrera X. (2017) Diseño y validación de un cuestionario para conocer las actitudes y creencias del profesorado de educación infantil y primaria sobre la introducción de la robótica educativa en el aula. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 60, 1-22.
- Cano E. V., Delgado D. F. (2015) La creación de videojuegos con Scratch en Educación Secundaria. *Communication papers: media literacy and gender studies*, 4(6), 63-73.
- CARM (2007) Decreto 291/2007 de 14 de septiembre de 2007 Currículo Educación Secundaria Obligatoria
- Carro-Fernandez G., Plaza-Merino P., Castro M., Sanristobal E. (2016) Herramienta Colaborativa Robótica Educativa basada en Lógica Programable y Arduino. *Actas del XII Congreso TAAE. Sevilla: Universidad de Sevilla*.
- Castro F. V., Briegas J. J. M., González S., González D. V. (2017) Actividad extraescolar para aprender a aprender: la robótica como herramienta educativa. *Revista De Estudios E Investigación En Psicología Y Educación*, 13(nº extra), 124-128.
- Corchuelo Sanchez M. A. (2015) *Propuesta de lineamientos para el desarrollo de ambientes de aprendizaje en robótica a través del estudio de experiencias*. Universidad de la Sabana. Recuperado de: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/20274>
- Conchinha C., Silva S. G., Freitas J. C. (2015) La robótica educativa en contexto inclusivo. *Ubicuo social: Aprendizaje con TIC*.
- Gavidia R. (2014) *Diseño de una Unidad Didáctica para la asignatura de estudios de la naturaleza utilizando Robotica Educativa bajo el enfoque CTS*. Universidad Católica Andrés Bello.
- Garcia G. (2015) *Desarrollo de un kit educativo de robótica basado en arduino (robot de destreza)*. Universidad de Guayaquil.

- Diosdado (2013). *Una propuesta de actividades de introducción a la Robótica en 3º de ESO*. Universidad de Valladolid. Recuperado de: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/8001>
- Herías F. C., Gómez G. G., Baeza J. P., Bravo C. J., Rodríguez A. D., Agulló C. M., ... Alepuz J. P. (2015) Experiencias sobre el uso de la plataforma Arduino en prácticas de Automatización y Robótica. En *XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: Nuevas estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio* (pp. 84-101). Universidad de Alicante. <http://hdl.handle.net/10045/48815>
- Kelly J. (2006) *LEGO Mindstorms NXT: The Mayan Adventure*. Ed. Apress.
- Mc-Millan J. Schumacher S. (2005) *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Education.
- Malinverni, L., & Valero, C. (2020). What is a robot? an artistic approach to understand children's imaginaries about robots. In *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference* (pp. 250-261).
- Marquez-Jairo H. J. (2014) Robótica Educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. En Revista Didáctica, *Innovación y Multimedia*, 30, 1-12.
- Martín-Aparicio B. (2018) *Propuesta de empleo de software en tecnología, programación y robótica en el primer ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria* (Doctoral dissertation) Universidad Politécnica de Madrid.
- Maza R. D., Méndez E. A., Mamaní G. (2013) Taller de robótica en la escuela. *I Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula*.
- MEC (2007) Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria (BOE 5 de enero de 2007).
- MEC (2013) Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.
- Morales A., Quiroga, D. (2013) Robótica Escolar basada en E-WASTE.
- Mora Isidro D. A., Prada Castro V. (2016) *La robótica educativa como estrategia didáctica sostenible*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/7916>
- Muñoz R., Barcelos T. S., Villarroel R., Barría M., Becerra C., Noel R., Frango Silveira I. (2015) Uso de Scratch y Lego Mindstorms como apoyo a la docencia en Fundamentos de programación. *Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática* (pp. 248-254). Universitat Oberta La Salle.
- Núñez García M. (2014) *Tecnología e Informática, grandes olvidadas en el panorama educativo español: su influencia en el desarrollo de un pensamiento de calidad*. Universitat Jaume I. Recuperado de: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/113440>
- Papert S. (1986) Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. A MIT proposal to the National Science Foundation.
- Padilla D. B., Martínez A. J. (2018) Experiencia didáctica con Arduino. El aprendizaje basado en proyectos como metodología de trabajo en el aula de secundaria. *Hekademos: revista educativa digital*, 25, 73-82.
- Patíño K. P., Diego B. C., Rodilla V. M., Conde J. R. (2014) Uso de la Robótica como Herramienta de Aprendizaje en Iberoamérica y España. *IEEE ES*, 2(1), 41-48.
- Payán M. D. C. M. (2019) La robótica en la educación. *Almoraima: revista de estudios campogibraltareños*, (51), 217-222.
- Pro A. (1999) ¿Qué investigamos? ¿Cómo lo hacemos? ¿A qué conclusiones llegamos? Tres preguntas que hacen pensar. En la obra de Martínez y García: *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales* (pp. 19-43). A Coruña: Serv. Publ. Universidad.
- Pro A. (2009) ¿Qué investigamos sobre didáctica de las ciencias experimentales en nuestro contexto educativo? *Investigación en la Escuela*, 69, 45-60.
- Pro A. (2010) ¿Cuáles han sido las preocupaciones de los trabajos de innovación en la didáctica de las ciencias? *Alambique*, 65, 73-85.
- Pujol López, F. A. (2020) Robótica educativa como herramienta de aprendizaje de tecnología". En: Roig-Vila, R. (coord.). *Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria. Volumen 2020*, (pp. 389-397). Alicante: Universidad de Alicante, Instituto de Ciencias de la Educación (ICE).

- Relaño M. C., Perea F. (2009) Robótica en el Aula. *Proyecto de Innovación Educativa Subvencionado por la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía*
- Rendón B. M. R., Villa S. M. H. (2018) Un enfoque interdisciplinar de la robótica pedagógica al usarla como herramienta didáctica. En *Experiencias pedagógicas e innovación educativa: Aportaciones desde la praxis docente e investigadora* (pp. 925-936). Octaedro.
- Resnick M. (1993). Behavior Construction Kits. *Communications of the ACM*, 36 (7), 64-71.
- Rodríguez Muñoz J. (2015) *Diseño y construcción de un coche teledirigido basado en la plataforma Arduino*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Ruales Tobón, C., Ramírez Cano O. (2015) Ambiente de aprendizaje basado en un robot móvil controlado con Kinect y Scratch.
- Rubert Escuder C. (2019) EDUROLBOTS: Educación, rol y robótica.
- Rubio M. Á., Mañoso C., Romero Zaliz R., Ángel P. (2014) Uso de las plataformas LEGO y Arduino en la enseñanza de la programación. *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*. Universidad de Oviedo.
- Ruge I. A. R., López F. R. J., Gómez Ó. M. H. (2017) Robot Daro: plataforma robótica para educación en ingeniería-Daro Robot: Robotic Platform for Engineering Education. *Ingenium Revista de la facultad de ingeniería*, 18(35), 58-74.
- Sichaca U., Margarita L. (2015) *A4C "Arduino For Childs" Una Alternativa Que Hace Uso De La Robótica Para El Desarrollo De Competencias Descriptivas*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/123456789/3869>
- Soriano A., Marín L., Juan R., Cazalilla J., Valera A., Vallés M., Albertos P. (2013) Plataforma robótica de bajo coste y recursos limitados basada en Arduino y dispositivos móviles. *XXXIV Jornadas de Automática*. Terrassa, 4-6.
- Wederago Jiménez, J. (2013) Aprendizaje y desarrollo de aplicaciones multimedia e interactivas en entorno Scratch/BYOB con Arduino y Kinect. Recuperado de: <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/7564>
- Wing J. M. (2009) Computational thinking. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 24(6), 6-7.
- Zapata-Ros M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 46.
- Vega-Moreno D., Cufí Solé X., Rueda M. J., Llinás D. (2016) Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 6, 162-175.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: López González L. y De Pro Bueno A. (2022) ¿Qué sabe el alumnado de 3º de la ESO sobre robótica? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 19(2), 2101. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2101