

## La robótica como estrategia didáctica para las aulas de Educación Primaria.

*Robotics as a Didactic Strategy for Primary Education Classes.*

Carlos Hervás Gómez. *Universidad de Sevilla (España).*

Cristóbal Ballesteros Regaña. *Universidad de Sevilla (España).*

María del Carmen Corujo Vélez. *Universidad de Sevilla (España).*

Contacto: [hervas@us.es](mailto:hervas@us.es)

Fecha recepción: 24/07/2017 - Fecha aceptación: 12/06/2018

### RESUMEN

La robótica educativa (RE) está abriéndose paso progresivamente en nuestro sistema educativo. Aunque su utilización esté todavía poco generalizada, sabemos la importancia que supone para el desarrollo del alumnado en todas las áreas curriculares, si se trabaja de forma globalizada y con la metodología adecuada. Este artículo tiene como finalidad presentar el desarrollo de una experiencia sobre el uso de la robótica educativa en el alumnado de Educación Primaria. Para ello se puso en funcionamiento una propuesta didáctica formada por varios proyectos que desarrollan la misma temática. Se aplicó durante siete semanas en dos grupos de estudiantes de entre 6 y 12 años de edad. Trabajaron en grupos de tres, con roles asignados que iban rotando en cada sesión para poder desarrollar diferentes habilidades: búsqueda, selección, análisis, etc. Se utilizó un software de programación denominado Scratch versión 1.4. y el hardware Lego WeDo, que permiten acercarse a la robótica de forma intuitiva y con materiales resistentes. Durante el desarrollo de la experiencia hemos observado resultados favorables, tanto en la mayoría de los alumnos y profesores como en los familiares de los estudiantes que participaron en la última sesión y que consistió en una exhibición de los proyectos realizados. Con el desarrollo de este estudio hemos experimentado las posibilidades didácticas que puede ofrecernos actualmente la robótica como estrategia didáctica para las aulas de Educación Primaria; además de identificar como principales inconvenientes tanto su elevado coste como la insuficiente y necesaria formación inicial y continua del profesorado en esta materia, sin hacerla exclusiva del área de Tecnología.

### PALABRAS CLAVE

Robótica, enseñanza primaria, método de proyecto y estrategia de aprendizaje.

### ABSTRACT

Educational robotics (RE) is gradually opening up in our educational system. Although its use is still not widespread, we know how important it is for the development of students in all curricular areas, if they work in a globalized manner and with the appropriate methodology. This article aims to present the development of an experience on the use of educational robotics in Primary Education students. For this, a didactic proposal formed by several projects that develop the same theme was put into operation. It was applied for seven weeks in two groups of students between 6 and 12 years of age. They worked in groups of three, with assigned roles that were rotated in each session to develop different skills: search, selection, analysis, etc. A programming software called Scratch version 1.4 was used and the Lego WeDo hardware, which allows intuitive approach to robotics and resistant materials. During the development of the experience, we have observed favourable results, both in the majority of students and teachers and in the families of the students who participated in the last session and which consisted of an exhibition of the projects carried out. With the development of this study we have experienced the didactic possibilities that robotics can offer us as a didactic strategy for Primary Education classrooms; in addition to identifying as main drawbacks both its high cost and the insufficient and necessary initial and continuing teacher training in this area, without making it exclusive of the Technology area.

### KEYWORDS

Robotics, primary education, project method and learning strategy.

## 1. INTRODUCCIÓN

Poder imaginar que hace una década una persona sin estudios universitarios pudiera construir robots era difícil, si no imposible (Pittí, Curto y Moreno, 2010). Gracias a los avances tecnológicos eso ha cambiado y ahora el sistema educativo puede transformar el tradicional ambiente de aprendizaje por uno centrado en la exploración y la construcción, utilizando el potencial didáctico de la robótica educativa. Para Barrera (2015) una de las primeras manifestaciones de la ingeniería educativa, se conoce como robótica educativa, que tiene por objeto poner en juego toda la capacidad de exploración y de manipulación del sujeto cognoscente al servicio de la construcción de significados a partir de su propia experiencia educativa. En el marco de nuestra experiencia concebimos la robótica educativa como un contexto de aprendizaje que promueve un conjunto de desempeños y habilidades directamente vinculados a la creatividad, el diseño, la construcción, la programación y divulgación de creaciones propias primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y recursos tecnológicos; que pueden ser programados y controlados desde un computador o dispositivo móvil (Acuña, 2012). Por otro lado, Pittí *et al.* (2014) apuntan que el uso de la robótica como herramienta de aprendizaje, más conocido como Robótica Educativa (RE), puede describirse como un proceso sistemático y organizado, en el que intervienen elementos tecnológicos interrelacionados (plataforma robótica y software de programación) como herramientas mediadoras, cuyo objetivo final es lograr aprendizajes.

Desde la década de los setenta se ha venido despertando un especial interés por los aportes que la robótica pudiera realizar en los procesos formativos (Pinto, Barrera y Pérez, 2010), generándose un nuevo área de estudio denominado "Robótica Pedagógica" que utiliza los elementos multidisciplinares de la robótica con fines didácticos, permitiendo la aplicación de ciertas herramientas tecnológicas como apoyo en las diferentes metodologías de enseñanza y de aprendiza-

je, además de trasladar la acción desde el lugar monopolizado del maestro al universo personal del estudiante (Kumar, 2004; Pinto, Barrera y Pérez, 2010; García, 2015).

## 2. LA ROBÓTICA EDUCATIVA EN LAS AULAS DE EDUCACIÓN PRIMARIA.

La robótica en la educación se ha venido practicando en diferentes países de Asia, Europa, América y África (Moreno *et al.*, 2012), haciendo cada vez más popular el uso de la robótica educativa dentro y fuera de los planes curriculares de los centros educativos de nuestro planeta. Países como Corea e India empiezan a incluir la robótica en actividades fuera de clases, al ver los resultados que traía consigo, se reformó el esquema educativo con el cual se incluía la robótica dentro del aula (García, 2010).

Muchos expertos aseguran que la siguiente revolución tecnológica tendrá como protagonista a la robótica y que su alcance se notará en diversos campos de nuestras vidas sociales y cotidianas, incluida la educación. En los últimos años los centros educativos, a nivel mundial, están incorporando dentro de los planes de estudio la robótica y en algunos casos, por las posibilidades que ofrece para el aprendizaje de los niños y jóvenes, incluso se mantiene como una actividad extraescolar (Pittí *et al.*, 2014).

Como afirman López y Andrade (2013) la robótica, como tecnología que es, constituye el saber y el hacer sobre los robots, esto implica el uso del conocimiento de diversas áreas para el diseño, construcción, ensamble y puesta en funcionamiento de un robot con un fin específico.

Existe el paradigma de que la robótica es una actividad extracurricular. Los colegios crean clubes o talleres de robótica para un grupo limitado de estudiantes o intentan involucrar proyectos de robótica en clase de tecnología, pero sin articularla con las demás asignaturas del plan de estudios de primaria o secundaria desaprovechando, de este modo, las posibilidades integradoras y motivacionales que el uso de esta tecnología supone

ambas etapas educativas (Bravo y Forero, 2012).

La presencia de tecnologías en el aula, por consiguiente, además de proveer ambientes de aprendizaje interdisciplinarios donde los estudiantes adquieran habilidades para estructurar investigaciones y resolver problemas concretos, también contribuyen a formar personas con capacidad para desarrollar nuevas habilidades, nuevos conceptos y dar respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual. Como señala Sánchez (2003), un ambiente de aprendizaje con robótica pedagógica es una experiencia que contribuye tanto al desarrollo de la creatividad como al pensamiento activo de los estudiantes.

### **2.1. Posibilidades metodológicas de la robótica educativa.**

En general, el aprendizaje con robótica se desarrolla mediante estrategias metodológicas por proyectos que están permitiendo alcanzar avances tanto en la capacidad de diseño y planificación, como en el trabajo en equipo y en la resolución de problemas (López y Andrade, 2013).

La robótica como medio o contexto de una educación significativa facilita a los niños y jóvenes superar barreras de aprendizaje al despertar su interés y, asimismo, los apoya en el proceso de construir y reconstruir el conocimiento. Además, según Castro y Acuña (2012), aporta a la formación de los alumnos con necesidades individuales especiales la temprana identificación de la problemática y la forma de ayudar a superarla; facilitar la inclusión de los sectores marginados en el aprendizaje y el uso de este tipo de tecnologías.

Al encontrarse la robótica educativa inmersa en una concepción constructivista del aprendizaje también contribuye a potenciar la significación de los mismos. En este contexto constituye un aprendizaje globalizado, de modo que el nuevo aprendizaje es relacionado de modo sustantivo con aprendizajes previos y, además, puede ser relacionado

con la adquisición de aprendizajes posteriores (Monsalves, 2011).

Para López y Andrade (2013) la robótica en el aula permite, además de estudiar tópicos de automatización y control de procesos del área de tecnología e informática, el aprendizaje de temas de diferentes áreas de conocimiento; dado el interés que despierta al trabajar con objetos concretos y llamativos como un robot y, si se implementa, junto con los recursos, una metodología y una adecuada planificación también se estimula en los alumnos el aprendizaje de temáticas que, de otra forma, resultarían mucho más complejas de entender además de poco motivadoras para su estudio.

De esta forma, López y Andrade (2013) aseguran que una propuesta de robótica educativa para la educación primaria debe implementarse bajo un enfoque pedagógico que tenga en cuenta el ambiente de aprendizaje, la planificación de las actividades, los recursos, el tiempo necesario para la realización de cada una de éstas y la metodología con la cual se va a desarrollar la labor. Estas características del modelo pedagógico garantizarán la construcción y reconstrucción de conocimientos por parte de los alumnos.

### **2.2. Posibilidades didácticas de la robótica educativa.**

La robótica educativa, como herramienta que apoya los procesos de enseñanza-aprendizaje desde la perspectiva educativa, toma la dimensión de medio y no de fin. No se busca que los estudiantes adquieran competencias en automatización industrial y control automático de procesos, solo se busca hacer de la robótica una excusa para comprender, hacer y aprehender la realidad (Barrera, 2015).

La robótica presenta una relación con los ejes transversales de todas las áreas, enfocándose en la capacidad de comunicar y trabajar colaborativamente en la construcción de conocimiento, la capacidad para desarrollar y presentar propuestas basadas en soluciones innovadoras a problemas reales a través del desarrollo de pensamien-

to lógico y crítico, el dominio técnico de las disciplinas y la autoformación como elemento clave para fortalecer el aprendizaje flexible (Restrepo, 2015). Para Gallego (2010), por su parte, la importancia de la robótica educativa radica en que:

- Aglutina ciencias y tecnologías: matemáticas, física, informática, etc.
- Fomenta la imaginación, despierta inquietudes y ayuda a comprender mejor el mundo que nos rodea.
- Permite el trabajo en equipo facilitando la comunicación, la responsabilidad o la toma de decisiones, entre otros aspectos.

Bajo estas premisas y siguiendo a Castro y Acuña (2012), identificamos los cuatro procesos de aprendizaje sobre los que se fundamentó tanto la organización de la propuesta educativa como el diseño posterior de nuestro sistema de categorías (que tomamos como referencia para valorar el desarrollo de toda la experiencia): construcción, programación, diseño y publicación. Para cada uno de ellos anticipamos un conjunto de habilidades que queríamos trabajar y esperábamos evaluar en los estudiantes durante la ejecución de la propuesta didáctica. Éstas se detallan a continuación dentro del apartado 4 referido a la metodología de investigación.

### 3. OBJETIVOS.

El objetivo fundamental que nos planteamos fue diseñar y aplicar una propuesta didáctica basándonos en la robótica educativa como recurso para enriquecer el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la etapa de educación primaria.

Como objetivos específicos destacamos: a) trabajar en el aula temas curriculares mediante actividades lúdicas e innovadoras utilizando la robótica educativa; b) fomentar el uso de otros medios de enseñanza como es la robótica educativa; c) conseguir que el alumno sea el protagonista de su proceso de aprendizaje y disfrute con ello; d) conocer si la robótica aplicada a la educación, facilita y

motiva la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías; d) detectar y valorar la actitud del alumnado hacia la adquisición de nuevos aprendizajes mediante la robótica educativa.

## 4. METODOLOGÍA.

### 4.1. Muestra y tipología del contexto.

Los sujetos participantes han sido 33 alumnos de un centro educativo de educación primaria organizados en dos turnos. El primero compuesto de 18 alumnos y el segundo turno, para alumnos de mayor edad, con un total de 15 alumnos entre los cuales se encuentran dos alumnos diagnosticados de altas capacidades. Los datos de los participantes nos muestran alumnos con edades comprendidas entre los 6 y 12 años. El 87,87% son alumnos (29) y el 12,12% son alumnas (4). El 18,18% de los participantes estaban en un rango de edad entre 6 y 8 años; el 36,36% entre 8 y 10 años; y el 45,45% entre 10 y 12 años.

El aula contaba con todos los recursos necesarios para desarrollar nuestro taller de robótica y, en particular, nuestra propuesta educativa. La clase se organizó en grupos de 3 componentes sentados en mesas redondas o rectangulares independientes unas de otras y equipadas con un ordenador portátil y un kit de legoWedo cada una.

### 4.2. Procedimiento de la intervención.

Una de las características de nuestra intervención, con su correspondiente unidad didáctica, era el tratamiento de diversas áreas de conocimientos a partir de una misma propuesta. Así el área de Lengua Castellana y Literatura estaba presente durante todas las actividades, cumpliéndose la primera relación de retroalimentación en las áreas de Ciencias y Lengua Castellana. Por otro lado, las Ciencias se relacionaban con la Educación Artística mediante el desarrollo de tareas en las que se requerían destrezas manuales de los alumnos como cortar, pegar, colorear, etc. En último lugar, como factor principal, nos encontramos con la Tecnología que engloba todas las materias

señaladas anteriormente, dado que sin ella no era posible realizar una clase de robótica educativa.

Durante la intervención el centro de la metodología era el alumno. Los profesores actuaban como meros facilitadores que se encargaban de introducir los conceptos básicos y plantear los desafíos en forma de proyecto, para que los alumnos los desarrollaran utilizando su creatividad y poniendo en práctica conceptos aprendidos en otras asignaturas; además de solucionar dudas, proponer alternativas y animar constantemente. La metodología se apoyó en una serie de actividades o proyectos que englobaban un proceso constructivo tanto en la programación como en la robótica. Este proceso siempre conllevaba un componente lúdico para el propio desarrollo de la actividad. La recompensa al final de la clase era poder jugar con el producto creado.

En nuestro proyecto los alumnos aprendían temas relacionados con la Literatura Española de un modo lúdico, creativo, fomentando la imaginación e introduciéndolos en los contenidos curriculares sin apenas darse cuenta.

En función de la disponibilidad de internet en el aula se fomentaba la búsqueda de recursos en casa o se prepararían recursos específicos. Para desarrollar esta propuesta se combinaban, por tanto, procesos de búsqueda, selección, análisis, elaboración, representación, valoración y evaluación. Y con ella pretendíamos contribuir al desarrollo de las siguientes competencias:

- Trabajo autónomo.
- Trabajo cooperativo.
- Técnicas de indagación y descubrimiento.
- Transferencia de lo aprendido a situaciones de la vida cotidiana.

#### **4.3. Herramientas de trabajo: hardware y software empleado.**

Trabajamos con Scratch versión 1.4. Éste software emplea un lenguaje de programación que pretende acercar el mundo de la

programación de ordenadores a los estudiantes. Para ello presenta una interfaz gráfica atractiva, fácil de manejar y con amplias posibilidades de uso en proyectos de asignaturas muy diversas. Ello es posible ya que permite:

- Una programación secuencial, lógica y semántica a partir de 6 años.
- Realizar animaciones interactivas.
- Narraciones digitales ampliadas con robots.
- Contar historias.

El kit de Robótica WeDo ha sido diseñado para la etapa de Educación Primaria (6 a 12 años). Permite construir y programar prototipos de diversa complejidad con motores y sensores usando el ordenador. El kit de robótica WeDo proporciona al docente una herramienta de integración de aprendizajes y ayuda a los estudiantes a convertirse en pensadores creativos para resolver problemas permitiéndoles trabajar como jóvenes científicos, ingenieros, matemáticos y escritores, poniendo a su alcance las herramientas, condiciones y tareas necesarias para llevar a cabo proyectos en distintos campos.

#### **4.4. Planificación de la propuesta didáctica.**

La propuesta didáctica se extendió durante 7 semanas y giró en torno a la temática de Miguel de Cervantes “Don Quijote de la Mancha” para celebrar el 400 aniversario de la muerte de nuestro escritor más universal. Comenzamos todo el proceso con el desarrollo de una sesión de formación previa para iniciar a los alumnos en el mundo de la robótica y programación. Se propusieron 5 proyectos de temática muy definida para cada equipo de la clase. Los proyectos tenían como finalidad narrar, explicar o desarrollar el contenido propuesto en forma de historia, narración, videojuego o cualquier otra forma de expresión que los alumnos pudieran considerar adecuada a la temática correspondiente. Cada sesión era el resultado de una

planificación metódica por parte de los docentes participantes. El reparto de las sesiones fue el siguiente:

- 1 sesión de iniciación a robótica y programación general.
- 1 sesión de introducción.
- 2-3 sesiones de desarrollo del proyecto mediante Scratch y Lego Wedo.
- 1 sesión de ensayo o preparación de presentación.
- 1 sesión de exhibición a familiares.

Aunque la propuesta estaba considerada para 7 sesiones de duración, ésta debía adaptarse a las necesidades de cada grupo. La sesión de ensayo debía realizarse un día próximo a la exhibición final. La exhibición “Cervan-bótica” fue la actividad estrella con la que se completó el curso escolar. El objetivo principal era que los alumnos tuvieran la oportunidad de exponer en público a sus familias el proyecto que habían desarrollado dentro del marco de la actividad.

En la planificación se tuvo en cuenta que todas las sesiones fueran obligatorias, menos una de desarrollo, ya que es habitual que los alumnos más pequeños tarden algo más en desarrollar sus proyectos y con esta sesión de más dispondrían de más tiempo para desarrollarlos y mejorarlos.

La fecha de la exhibición, al ser una sesión que implicaba a profesores, padres, madres y otros familiares, fue comunicada por el coordinador del centro educativo a cada profesor cuando estuvo confirmada para que éstos pudieran ajustar la planificación.

Los grupos de trabajo estuvieron formados por 3 personas. Cada integrante tenía asignado un rol (programador, constructor, jefe de equipo) que iban rotando al iniciar una sesión diferente. De este modo, todos los integrantes pudieron utilizar estrategias de búsqueda, selección, análisis, elaboración-producción y/o comunicación-representación. Todos los equipos dispusieron durante las diferentes sesiones de un ordenador junto a los siguientes materiales:

- Scratch v1.4 (programación).

- Folios para dibujar sus diseños.
- Material de reciclaje para crear molinos o escenarios de la historia.
- Kits de Lego Wedo.
- Cuadernillo robótico. Se trataba de un cuadernillo para cada grupo donde podían encontrar las claves principales de cada taller, así como un espacio disponible para contar sus experiencias grupales en cada sesión.

El profesor tenía completa libertad para dar rienda suelta a su forma de organización y creatividad. Los cinco proyectos a elegir fueron los siguientes:

- ¿Quién es Don Quijote de la Mancha?
- ¿Quién es Miguel de Cervantes?
- ¿Quién es Dulcinea?
- Capítulo de los cueros de vino.
- Capítulo de los molinos de viento.

A continuación, en la tabla 1, se recogen los talleres de robótica educativa realizados. Se han ordenado por sesiones y niveles incluyendo sus correspondientes objetivos.

Tabla 1: Talleres de robótica impartidos en el centro educativo (Elaboración propia)

Sesiones/Títulos	Objetivos	Nivel de complejidad
Sesión 1. Introducción e iniciación a la robótica y programación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar el funcionamiento las clases.</li> <li>• Realizar la dinámica de roles.</li> <li>• Establecer normas de convivencia</li> <li>• Introducir el concepto de robótica.</li> <li>• Comprender qué es la programación.</li> </ul>	Iniciación
Sesión 2. Presentación y arranque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las ideas previas del alumnado acerca de Miguel de Cervantes y de la novela “Don Quijote de la mancha”</li> <li>• Potenciar el carácter de exhibición a las familias.</li> <li>• Fomentar la participación y la motivación por la literatura.</li> <li>• Respetar el turno de</li> </ul>	Medio

Sesiones/Títulos	Objetivos	Nivel de complejidad
	palabra. • Fomentar la cooperación y buen clima en el aula.	
Sesión 3, 4 y 5. Desarrollo del proyecto.	• Conocer la forma de comunicación entre objetos. • Aprender usar bloques de eventos. • Aprender a crear acciones entre objetos. • Fomentar la creatividad e imaginación. • Crear un ambiente de trabajo favorable.	Avanzado
Sesión 6. Retoques finales y ensayo general.	• Estructurar las ideas más importantes mediante un guion • Repasar el funcionamiento del conjunto • Ayudar a afianzar los nuevos aprendizajes. • Elevar la autoestima y la confianza en los propios alumnos.	Avanzado
Sesión 7. Exhibición "Cervanbótica".	• Sensibilizar a las familias acerca del proceso educativo de sus hijos • Poder transportarse con la imaginación, a otros momentos históricos. • Transmitir la información de manera clara y concisa. • Comportarse debidamente en una exposición oral.	Avanzado

#### 4.5. Instrumentos para la evaluación y el análisis de datos.

Para analizar nuestra intervención en el centro educativo (destinada a alumnos y alumnas con edades comprendidas entre los 6 y 12 años) recurrimos a la evaluación de programas (Mayor, 2008; Tejada, 2005; y Pérez-Juste, 2000). Como se ya adelantamos al inicio del artículo, siguiendo a Castro y Acuña (2012), para abordar esta tarea de investigación construimos un sistema de categorías en el que tomamos como referencia los cuatro procesos de aprendizaje sobre los que se fundamentó tanto la organización como el

desarrollo de la experiencia formativa: construcción, programación, diseño y publicación. Para cada uno de ellos se tomaron como referencia las siguientes habilidades-dimensiones:

- Habilidades de construcción: ¿se identifican principios constructivistas y mecánicos que les permitan crear y poner a funcionar prototipos robóticos de invención propia?
- Habilidades de programación: ¿programan los alumnos/as sistemas de control para sus robots que permitan un óptimo funcionamiento de acuerdo a su estructura y finalidad?
- Habilidades creativas: ¿se concretan proyectos para simular sitios y eventos que integren prototipos robóticos en la representación de situaciones o problemas de la vida cotidiana?
- Habilidades sociales: ¿se evidencian estrategias de resolución de problemas tanto a nivel tecnológico como de convivencia y aprendizaje con sus pares?, ¿se evidencia trabajo en equipo en sus procesos de aprendizaje y en la concreción de proyectos?, ¿comparten sus procesos de pensamiento en forma verbal o gráfica? y ¿divulgan sus productos y procesos de aprendizaje en forma presencial y digital?

Durante la construcción de este sistema, se ha seguido un proceso mixto, partiendo en diferentes momentos de lo general a lo específico y viceversa. Dada la subjetividad de la forma y el contexto de trabajo se aplicó un procedimiento de evaluación cualitativo a través de un análisis de contenido. De esta forma pudimos recoger y agrupar los datos más relevantes y significativos atendiendo a nuestros objetivos de partida.

Siguiendo a Mayor (2008), desde hace unas décadas se ha gestado una nueva concepción de la evaluación de programas entendida como una parte integrante de un ciclo de actuaciones organizadas en tres momentos principales:

- Evaluación inicial del programa, en la que se combina la evaluación de finalidades, objetivos, contenidos, necesidades, expectativas, intereses e incluso contextos.
- Evaluación del desarrollo del programa, en la que se aborda su implantación y el clima de trabajo y relaciones personales.
- Evaluación de final del programa, momento en el que se analizan los resultados, conclusiones y propuestas de mejora que podrían aplicarse para futuras aplicaciones.

Con respecto a la evaluación de los alumnos se tomó como referencia la tabla 2 que propone Tejada (2005). En ella se relacionan las distintas finalidades con el proceso evaluativo. Se desarrolla una evaluación inicial, continua y sumativa a lo largo de todo el proceso para controlar la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos.

Tabla 2: Relaciones entre finalidad y el momento evaluativo (Tejada, 2005)

Finalidad	Momentos	Objetivos	Decisiones a tomar
Diagnóstica	Inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las características de los participantes (intereses, necesidades, expectativas).</li> <li>• Identificar las características del contexto (posibilidades, limitaciones, necesidades, etc.)</li> <li>• Valorar la pertinencia, adecuación y viabilidad del programa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Admisión, orientación, establecimiento de grupos de aprendizaje.</li> <li>• Adaptación-ajuste e implementación del programa.</li> </ul>
Formativa	Continua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar las posibilidades personales de los participantes.</li> <li>• Dar información sobre su evolución y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptación de las actividades de enseñanza-aprendizaje (tiempos, recursos, motivación, estra-</li> </ul>

		progreso. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los puntos críticos en el desarrollo del programa.</li> <li>• Optimizar el programa en su desarrollo.</li> </ul>	tegias, rol docente, etc...).
Sumativa	Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar la consecución de los objetivos, así como los cambios producidos, previstos o no.</li> <li>• Verificar la valía de un programa de cara a satisfacer las necesidades previstas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción, certificación, reconsideración de los participantes.</li> <li>• Aceptación o rechazo del programa.</li> </ul>

Para Pérez-Juste (2000) la concreción básica de todo lo anterior puede tomar la forma de la siguiente propuesta (estructurada en torno a los cuatro momentos o etapas señaladas), siendo las tres primeras fundamentales e imprescindibles en la primera evaluación de cualquier programa educativo. La cuarta, en cambio, representa una situación deseable según la cual la evaluación se institucionaliza y se integra en las sucesivas aplicaciones del programa.

- Primer momento: evaluación del programa en cuanto tal.

- Segundo momento: evaluación del proceso de implantación del programa.
- Tercer momento: evaluación de los resultados de la aplicación del programa.
- Cuarto momento: institucionalización de la evaluación del programa.

En este caso el cuarto momento, que según Pérez-Juste (2000) consiste en lograr la plena integración del programa y de su evaluación, viene a redundar en la mejora tanto del programa como de la propia metodología de la evaluación, así como en el perfeccionamiento profesional de los profesores.

## 5. RESULTADOS.

En cuanto a los objetivos expuestos, cabe destacar la cumplimentación de la mayoría de ellos desde los aspectos más simples a los más complejos. Es una propuesta que promueve fácilmente la participación del alumnado y esto provoca que se vayan alcanzando los objetivos uno a uno sin apenas tener problemas.

En base a los criterios planteados a la hora de extraer resultados, destacar que la organización de los aspectos mentales por parte de la organización del alumnado y del profesorado ha sido insistente, debido a la condensación de contenidos planteados, es decir, ha sido muy importante recalcar este objetivo para poder seguir adecuadamente el planteamiento diseñado desde el principio hasta el final. Es por este inciso, que la propuesta ha resultado de bastante aceptación y motivación por parte de profesores y alumnos.

En relación al segundo apartado del sistema de categorías, adecuación de aspectos básicos, es necesario señalar que la mayoría de alumnos coinciden con la cumplimentación de éstos, exceptuando una minoría de estudiantes que no han llegado a cumplir un objetivo clave como es el de “manejar programación de acuerdo a la temática Cervantina”. Dichos alumnos coinciden en ser estudiantes de menor edad y con déficit en el

manejo de nuevas tecnologías. Es por ello que a la hora de arrancar en el proyecto deberían haber necesitado unas sesiones más de desarrollo, con sus respectivas explicaciones básicas, reforzándolas con ejemplos de programación.

Con respecto a la sesión “estrella” de la propuesta, la exhibición “Cervan-bótica”, es necesario destacar la gran aceptación que ha supuesto por parte de los familiares de los alumnos. Durante la exposición, los estudiantes se mantuvieron en su postura correcta, aunque un poco tensos y nerviosos, debido a la gran expectación que hubo. Todos los padres y madres de los alumnos pudieron grabar en video los proyectos de sus hijos, que estaban tan ilusionados en mostrar su trabajo.

Al finalizar la exposición, todos los familiares dieron la enhorabuena tanto a los alumnos por el trabajo realizado como a los profesores por la propuesta tan creativa diseñada y aplicada. La mayoría estaban asombrados al ver la forma y el medio por el cual sus hijos y compañeros habían aprendido un tema tan común como es el de Miguel de Cervantes y su obra “Don Quijote de la Mancha”. Muchos fueron los padres y madres que se interesaron más en profundidad acerca de este medio de aprendizaje, planteando cuestiones acerca de la propuesta y aprovechando que algunos de ellos eran maestros de Educación Primaria.

En cuanto a las actividades planteadas, llama la atención la gran creatividad que los alumnos han sido capaces de ofrecernos en sus trabajos. Pues ellos mismos han sido los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje, buscando la información necesaria y plasmándola de una manera bastante creativa. La adaptación al medio ha resultado excelente, pues cabe constancia que los alumnos contaban los días para poder continuar sus proyectos en Scratch v1.4.

Como se ha podido observar durante la aplicación de la propuesta, han prevalecido las ventajas sobre los inconvenientes, debido a que lo único que se ha detectado ha sido el elevado coste del material a utilizar (dado

que se trabaja con ordenadores y kits de Lego) y la escasa capacitación de los docentes.

En este último caso, hemos tenido muy en cuenta este aspecto dado que no sería aconsejable que cualquier persona sin formación pudiera afrontar de manera favorable una sesión de robótica educativa. Los alumnos tienen que estar capacitados, tanto con la temática como con el uso de los materiales a utilizar para poder abordar el desarrollo del trabajo propuesto en cada uno de los proyectos.

## 6. CONCLUSIONES.

Cabe destacar que el desarrollo del trabajo ha sido una tarea ardua con respecto a la idea de su implantación en los centros. Comprobando los exitosos resultados que a través de la robótica educativa se han observado en los alumnos, se haría necesaria una mayor formación de los maestros de primaria durante su trayectoria universitaria.

Es necesario destacar también, como consecuencia a este trabajo, que los videojuegos y los mundos virtuales son herramientas que pueden ayudar a incrementar el rendimiento escolar de los alumnos y favorecer las interacciones educativas entre profesor-alumno y entre los propios alumnos, dotándoles de seguridad en sí mismos, creatividad y autoestima. Es algo que mejora el intercambio de conocimientos entre los mismos y ayuda a mejorar los resultados finales en las diferentes asignaturas.

En el caso de los materiales y herramientas de uso de la robótica educativa, puede suponer un problema. Para radicarlo, una de las soluciones que se ha planteado desde un principio es la confrontación de grupos de trabajo de tres alumnos y asignando a cada grupo un ordenador y un kit de Lego. Entonces, para un grupo de 30 estudiantes se debe contar como mínimo con 10 herramientas. Pero adquirir este número de herramientas implica una gran inversión económica por parte del centro educativo y no todas las instituciones cuentan con el presupuesto necesario.

Como se ha podido comprobar, la presencia de la robótica en el aula de clase, ofrece a niños y jóvenes la posibilidad de entrar en contacto con las nuevas tecnologías. El uso de la robótica como una herramienta de aprendizaje permite la generación de interesantes ambientes de aprendizaje interdisciplinarios que convierten el aula de clase en un espacio para experimentar y explorar, donde la robótica como facilitador del proceso despierta el interés de los alumnos por los temas teóricos; ya que el profesor puede desarrollar de forma práctica y didáctica aquellos conceptos que suelen ser abstractos y confusos, aplicándolos en un elemento innovador y atractivo.

La robótica educativa es adaptable en la escuela no sólo como un fin, sino como un medio para la adquisición de otros objetivos mediante los cuales y a través de éste recurso, el alumno adquiera más capacidad creativa y de manipulación, así como ser capaces de realizar aplicaciones en casos reales para resolver ciertos problemas.

La idea fundamental que se recoge tras la realización de este trabajo se basa en fomentar el uso de nuevos recursos didácticos que cumplieran todos los requisitos del currículo y aglutine gran cantidad de materias para que, a través del juego, los niños y niñas desarrollen sus capacidades intelectuales y motrices.

Se podría considerar una iniciativa enfocada en el desarrollo intelectual de niños y niñas que, por medio de la enseñanza práctica de conceptos básicos de la ciencia, la tecnología y las matemáticas, el alumno hace propia sus ideas y las interioriza utilizando su creatividad y poniendo en práctica conceptos aprendidos de otras materias sin apenas darse cuenta. Es por ello que, la robótica educativa como recurso escolar, puede significar un facilitador del aprendizaje, motivador para aquellos alumnos que puedan considerar la ciencia, las matemáticas y la tecnología, asignaturas más complejas y con mayor grado de dificultad.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, A. L. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: lecciones aprendidas. *TESI*, 13(133), 6-27.
- Barrera, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber*, 6(11), 215-234.
- Bravo, F. A. y Forero, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(2), 120-136.
- Castro, M. D. y Acuña, A. L. (2012). Propuesta comunitaria con robótica educativa: valoración y resultados de aprendizaje. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 91-119.
- Gallego, E. (2010). *Robótica Educativa con Arduino una aproximación a la robótica bajo el hardware y software libre*. Recuperado de <https://goo.gl/iZDVGE>
- García, E. M. (2010). *Guía Didáctica para el Responsable del programa Robótica Educativa. Ciclo escolar 2014-2015*. Departamento de Tecnología Educativa, Secretaría de Educación Pública y Cultura. Recuperado de <https://goo.gl/NcSbst>
- García, J. M. (2015). Robótica Educativa. La programación como proceso. RED. *Revista de Educación a Distancia*, 46(8). Recuperado de <https://goo.gl/nJhzrE>
- Kumar, D. (2004). Introduction to Special Issue on Robotics in Undergraduate Education. *ACM Journal on Educational Resources in Computing*, 4(2). Doi: 10.1145/1071620.1071621
- López, P. A. y Andrade, H. (2013). Aprendizaje con robótica, algunas experiencias. *Educación*, 37(1), 43-63.
- Mayor, C. (Dir.) (2008). *La evaluación como estrategia de mejora educativa. Evaluación de programas, centros y profesores*. Sevilla, Edición Digital @tres.
- Monsalves, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32(90), 81-117.
- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí, K. y Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 74-90.
- Pérez-Juste, R. (2000). La evaluación de programas educativos: conceptos básicos, planteamientos generales y problemática. *Revista de investigación educativa*, 18(2), 261-287.
- Pinto, M., Barrera, N. y Pérez, W. (2010). Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 10(1), 15-23.
- Pittí, K., Curto, B. y Moreno, V. (2010). Experiencias constructoras con robótica educativa en el centro internacional de tecnologías avanzadas. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 11(1), 310-329.
- Pittí, K., Curto, B., Moreno, V. y Rodríguez, M. J. (2014). Uso de la Robótica como herramienta de aprendizaje en Iberoamérica y España. *VAEP-RITA*, 2(1), 41-48.
- Restrepo, E. (2015). *Robótica e Investigación: Un medio para la innovación Experiencia de robótica educativa e Investigación en el Colegio Montessori-Medellín*. Recuperado de <https://goo.gl/UMMQWQ>
- Sánchez, M. (2003). *Implementación de estrategias de robótica pedagógica en las instituciones educativas*. Recuperado de <https://goo.gl/sdZDqT>
- Tejada, J. (2005). *Didáctica-Curriculum. Diseño, desarrollo y evaluación curricular*. Barcelona: Davinci.