

# *Robótica educativa para la formación de habilidades de programación y pensamiento computacional en escolares de infantil*

Yen Air Caballero González  
Universidad de Salamanca  
Facultad de Educación,  
Paseo de Canalejas, 169. 37008.  
Salamanca, España.  
ycaballero@usal.es

Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso  
Universidad de Salamanca  
Facultad de Educación,  
Paseo de Canalejas, 169. 37008.  
Salamanca, España.  
anagv@usal.es

**Resumen**— Actualmente el sector educativo se ha transformado producto de la incorporación de tecnologías de la información y comunicación como un soporte valioso para la formación de competencias digitales y aprendizajes significativos. En este artículo se presenta, cómo la robótica educativa puede integrarse en un entorno escolar permitiendo el logro de los objetivos curriculares y el desarrollo de habilidades de programación y pensamiento computacional. El estudio se orientó hacia una población de 131 estudiantes de educación infantil, pertenecientes a un centro educativo concertado de la comunidad autónoma de Castilla y León, durante el periodo académico 2016-2017. Se describen los recursos utilizados, las actividades de enseñanza-aprendizaje desarrolladas y se muestra cuál fue la aceptación que manifestaron profesores y estudiantes acerca de la incorporación de la robótica educativa en el aula.

**Palabras clave**—*robótica educativa, habilidades de programación, pensamiento computacional; construccinismo; educación infantil.*

## I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han transformado el quehacer de la sociedad actual, integrando dispositivos, programas de ordenador, formas y medios de comunicación como soporte principal en el desarrollo de las actividades económicas, industriales, políticas y educativas.

En el contexto educativo se han desarrollado varias estrategias que han permitido dotar de equipos y medios computacionales a centros de estudio. Por ejemplo, en España, está el programa Escuela 2.0[1]; en el Reino Unido se ha incorporado al currículo escolar la materia Computing. Entre tanto, en otros países la integración de las tecnologías en el sistema educativo formal se ha realizado de forma transversal. Con la integración de las TIC en el ámbito educativo se ha colocado la piedra angular sobre la cual se puede sustentar la formación y el desarrollo de habilidades de programación y pensamiento computacional en los estudiantes, desde una edad temprana[2]. Con esta iniciativa se busca dotar a la sociedad de individuos formados no sólo

en la utilización de tecnologías y recursos digitales, sino capaces de gestionar y liderar las actividades productivas a través de la innovación tecnológica en un marco de acción sostenible en el tiempo y con una utilización óptima de recursos.

En este marco de acción social impulsado por las tecnologías digitales se incorpora fuertemente la robótica educativa (RE), convirtiéndola en un recurso altamente valioso ya que esta facilita el aprendizaje y desarrollo de competencias generales como la socialización, la creatividad e iniciativa, permitiendo que los participantes estén en la capacidad de proponer una respuesta eficiente y eficaz a los retos y problemas que se le plantean.

La investigación que se vincula con esta comunicación se encuentra actualmente en desarrollo y se basa primordialmente en la formación de habilidades de programación y pensamiento computacional, en escolares de educación inicial, mediante la utilización de recursos TIC y robots educativos programables.

En este sentido, se describen en el artículo en la sección II, el marco teórico que fundamenta el estudio, presentando una introducción a la robótica educativa y a las corrientes pedagógicas que fundamentan su utilización en el aula de clases para el logro de aprendizajes significativos. Además, se explican las posibles formas de aprendizaje con robótica.

La sección III de esta comunicación estará compuesta por el objetivo del estudio, los objetivos específicos propuestos para esta comunicación y el diseño de las intervenciones mediante la utilización del robot Bee-Bot.

Los resultados que se obtuvieron al aplicar una escala de actitud para conocer la aceptación que tuvieron las actividades de enseñanza-aprendizaje en profesores y estudiantes se presentarán en la IV parte de este documento y para finalizar, en la sección V se incluye la conclusión del artículo basándonos en los resultados de las experiencias prácticas de la prueba piloto desarrollada.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Robótica educativa: origen del término.

Si nos referimos al término robótica, es imprescindible mencionar a Isaac Asimov, quien lo utilizó por primera vez en 1950 en su libro titulado "Yo Robot". En este, se hacía referencia a máquinas que en un futuro se crearían con el objetivo de efectuar actividades que son desarrolladas por el ser humano, posteriormente en 1967 en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), se inicia el diseño y construcción de lo que sería el primer artefacto o dispositivo electrónico que responde a un lenguaje de programación[3]. Lo que se obtuvo fue un robot de suelo en forma de tortuga, controlado por un lenguaje conocido con el nombre de Logo.

La robótica ha evolucionado desde sus inicios hasta nuestros días, permitiendo su utilización en muchas áreas del quehacer humano. Por ejemplo, en la investigación, en el ámbito militar, la industria, aplicaciones médicas y más recientemente en el sector educativo, permitiendo de esta forma el desarrollo de varias iniciativas para su incorporación en los planes curriculares de varios países. La aplicación de la robótica al ámbito educativo permitió el surgimiento de la disciplina denominada robótica educativa, entre algunas de las definiciones aceptadas tenemos:

"...es el conjunto de actividades pedagógicas que apoyan, fortalecen áreas específicas del conocimiento y desarrollan habilidades y competencias en el alumno, a través de un proceso de concepción, creación, ensamble y puesta en funcionamiento de robots..."[4].

Igualmente, otro autor sostiene que la RE "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" [5].

### B. Aspectos pedagógicos

La robótica educativa encuentra sus principales vinculaciones pedagógicas en las teorías de aprendizaje formuladas por Jean Piaget "teoría constructivista del aprendizaje" y la desarrollada por su discípulo Seymour Papert conocida como "construccionismo"[6].

La teoría constructivista del aprendizaje de Piaget establece la división del pensamiento en dos tipos distintos, estos son: el pensamiento físico y el lógico-matemático[6]. El primero consiste en el conocimiento de los objetos de una realidad externa, sus propiedades o características.

El pensamiento lógico-matemático se refiere a la coordinación de las relaciones que se producen entre los objetos y las acciones. Argumenta Piaget que es posible favorecer este pensamiento a través de la experiencia en el aula, tanto con los objetos como a través de las relaciones que se producen entre compañeros y con los maestros.

Piaget sostiene que el desarrollo cognitivo va a consistir en una serie de estadios y subestadios [7], caracterizados principalmente por el tipo de estructuras que se construyen en ellos (Fig.1).

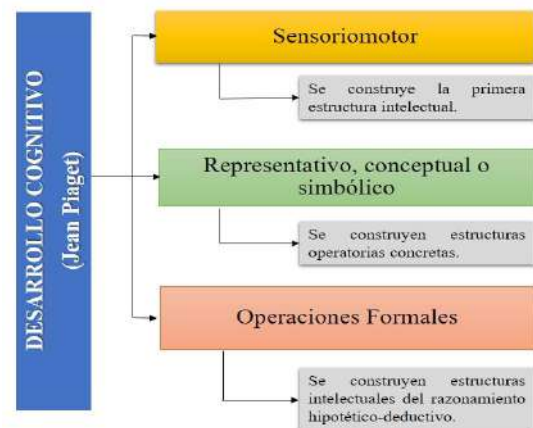


Fig. 1. Diagrama: desarrollo cognitivo según Jean Piaget.

La teoría construccionista tiene su génesis en el constructivismo y fue desarrollada por el equipo de Seymour Papert en el MIT. En el Construccionismo, Papert "otorga a los y las aprendices un rol activo en su aprendizaje, colocándolos como diseñadores de sus propios proyectos y constructores de su propio aprendizaje" [8].

Igualmente, Papert afirmaba que: "el aprendizaje es mucho mejor cuando los niños se comprometen en la construcción de un producto significativo en el mundo externo, simultáneamente construyen conocimiento al interior de sus mentes"[8]. Lo que él argumenta, es que el conocimiento es logrado en la medida en que el individuo interactúa con el objeto de estudio; en este sentido, la tecnología y en el caso específico la RE permite esta interacción que sostiene Papert.

### C. Aprendizaje y Robótica Educativa

La robótica educativa permite diseñar, construir y desarrollar ambientes de aprendizaje a través de los cuales los participantes puedan lograr una correcta apropiación del conocimiento, pasando de lo abstracto a lo tangible; en este sentido, el participante es el actor principal en la construcción del conocimiento acerca del objeto o fenómeno en estudio.

Los ambientes de aprendizaje basados en robótica representan, "una experiencia que contribuye al desarrollo de nuevas habilidades, nuevos conceptos, fortalece el pensamiento sistémico, lógico, estructurado y formal del estudiante" [9].

La integración de la robótica educativa en el proceso enseñanza-aprendizaje se puede desarrollar a través de varios enfoques [10], uno de estos es adoptarla como objeto de

aprendizaje, un segundo enfoque sería como medio de aprendizaje y por último como apoyo al aprendizaje.

Como lo presentan [10], los primeros dos enfoques están orientados a la construcción y programación de robots, utilizando diversas herramientas como, por ejemplo: piezas de engranajes, sensores, actuadores, lenguajes de programación y otros.

Hoy día, la mayor parte de las estrategias educativas que involucran robótica educativa, se ubican en estos dos enfoques, a través de la realización de actividades como: competencias robóticas de tipo local, regional e internacional, formación de club de robótica en los centros de estudio y grupos de aprendizaje con una orientación extracurricular.

El potencial de la robótica como herramienta educativa innovadora ha permitido que algunos gobiernos tomen la iniciativa de integrarla dentro de los planes curriculares de los sistemas educativos. Lo que se busca es desarrollar en los estudiantes habilidades como la programación, el trabajo en equipo, la creatividad, la colaboración y el pensamiento computacional.

En este sentido, como lo manifiestan[11][10], algunos de los países que han apostado por realizar modificaciones al proceso enseñanza-aprendizaje incluyendo iniciativas con robótica educativa y programación son: Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Estonia, Grecia, Irlanda, Polonia, Portugal y Reino Unido.

En algunos otros, la estrategia ha pasado por dotar a los centros educativos de las condiciones tecnológicas necesarias para lograr el desarrollo de las competencias digitales en los participantes, un ejemplo es el programa Escuela 2.0 [12], que se desarrolló en España desde el 2009 y que permitió la equipación de las aulas escolares con: pizarras digitales, proyectores, ordenadores y software educativo; así como la formación de los profesores en materia de tecnología educativa.

Recientemente se ha logrado la incorporación de actividades relacionadas con la programación y la robótica educativa a través de clubes de robótica, formación extracurricular y la participación en competencias como la First Lego League (FLL) que es un desafío internacional que despierta el interés de los jóvenes por la ciencia y la tecnología. Algunas comunidades autónomas que muestran algunos avances en este sentido son: Madrid, Extremadura, Comunidad Valenciana, Navarra, Galicia, Cataluña, Castilla y León.

Como vemos la utilización de la robótica como apoyo al aprendizaje es un área que está tomando gran fuerza dentro del contexto educativo; este enfoque permitirá el desarrollo de los contenidos curriculares de un área en específico,

utilizando robots programables adaptados a la edad de los estudiantes. Los participantes tomarán un rol más dinámico, en la construcción de su propio conocimiento y los profesores serán guías y facilitadores de los aprendizajes de sus alumnos.

La investigación sobre la que se basa este artículo se orienta de forma específica a la utilización de la robótica como apoyo al desarrollo del contenido curricular en el nivel de educación infantil, generando una actitud y motivación que produzca aprendizajes significativos y de forma paralela el desarrollo de habilidades de programación y pensamiento computacional, muy necesarias para un desempeño exitoso en la llamada sociedad de la información y del conocimiento.

### III. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

#### A. *Objetivos general*

El estudio o investigación que se efectuará tiene como objetivo general: realizar el diseño, integración y evaluación de actividades educativas mediadas por TIC y robots educativos programables en escolares de educación inicial, logrando el desarrollo de habilidades de programación y pensamiento computacional.

#### B. *Objetivos específicos*

En este documento se hace referencia a algunos objetivos específicos que componen el estudio o investigación, estos corresponden a las siguientes acciones:

- Establecer cuál fue la aceptación de los profesores al incorporar actividades de enseñanza utilizando el kit de robótica educativa Bee-Bot para el desarrollo de objetivos curriculares.
- Describir cual fue la actitud de los estudiantes al incorporar actividades de aprendizaje utilizando el kit de robótica educativa Bee-Bot.

#### C. *Metodología a utilizar*

Para lograr dar respuesta a los objetivos de este trabajo, se seleccionó un enfoque cuantitativo, utilizando un cuestionario para los profesores y otro para los estudiantes con una escala de actitud. La escala de actitud utilizada para los profesores es una escala de Likert [13], con 5 puntos (muy en desacuerdo-1, en desacuerdo-2, indiferente-3, de acuerdo-4 y muy de acuerdo-5) con 10 ítems o declaraciones creadas ad hoc para el estudio.

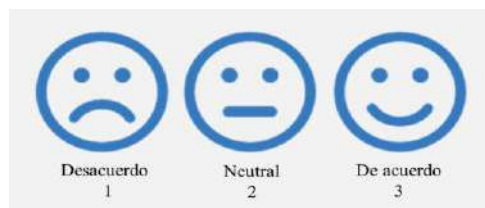


Fig. 2. Representación gráfica de la escala de actitud utilizada con los estudiantes.

En el caso de los estudiantes ya que están iniciado el aprendizaje de la lectura y escritura, se adaptó la escala de actitud de Likert [13], utilizando imágenes o iconos, para su mejor comprensión (Fig. 2). Se emplearon tres posibles valores (en desacuerdo-1, Neutral-2 y de acuerdo-3).

#### D. Población

La población sobre la que se desarrollará el estudio estará formada por un total de 131 estudiantes de educación infantil en el periodo (2016-2017) perteneciente al centro educativo

Fig. 6. Tapete o alfombra para realizar prácticas de organización espacial, número y cantidad con el robot Bee-Bot.

concertado Maestro Ávila, ubicado en Salamanca, comunidad autónoma de Castilla y León. Los estudiantes se encuentran distribuidos de la siguiente forma: 42 alumnos en primero de infantil, 40 participantes en segundo de infantil y 49 estudiantes en tercero (ver Tabla I).

TABLA I. DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES

Nivel	Cantidad		Totales
	Niñas	Niños	
Primero	19	23	42
Segundo	17	23	40
Tercero	26	23	49
Subtotales	62	69	131

Los profesores que participarán en la investigación serán aquellos vinculados de forma directa al nivel educativo, haciendo un total de 8 para el mismo periodo académico que los estudiantes.

#### E. Descripción de la experiencia

Para introducir la robótica educativa a los niños existen actualmente varias herramientas de tecnología, a nivel de programas como dispositivos físicos. En consecuencia, se eligió el kit de robótica educativa Bee-Bot, tomando como referencia válida los resultados presentados en una encuesta sobre recursos utilizados para introducir la codificación en las escuelas [14].

Bee-Bot es un robot de piso que representa a una abeja, presenta los colores típicos de una abeja y un diseño que reúne sutileza y seguridad para el manejo y utilización por niños pequeños (Fig. 3). Para utilizarlo se cuenta con una serie de botones en la parte superior del robot que permiten programar la secuencia de movimientos que realizará el robot.



Fig. 3. Imagen del kit de robótica Bee-Bot.

Bee-Bot puede desplazarse con gran precisión en pasos de 15 cm, realizar giros 90 grados, y puede recordar hasta 40 pasos en una secuencia. El robot es alimentado por una batería que se carga desde el puerto USB y proporciona lo necesario para efectuar una sesión completa de actividades[14].

Con el propósito de lograr una aceptación favorable del robot Bee-Bot como herramienta para la enseñanza-aprendizaje se utilizó una combinación de recursos audiovisuales como: vídeos, póster, gráficos. Todos estos recursos contribuyeron en el aprendizaje de las características y componentes del robot.

La primera actividad de intervención practica con los estudiantes consistió en colorear la representación gráfica del robot Bee-Bot (Fig. 4.), con esto se pretendía que los estudiantes se familiarizasen con el kit y lo vieran como un elemento cercano a ellos y parte del aula de clases.

Una vez se conoció el aspecto y las características físicas del robot Bee-Bot, los estudiantes realizaron prácticas sobre los movimientos o desplazamientos que se pueden efectuar con el robot; para esto se utilizó un tapete o alfombra diseñada para trabajar movimientos básicos con Bee-Bot; desplazamientos en las direcciones adelante, atrás, giro izquierdo, giro derecha, detenerse y avanzar.

En la fase piloto de la investigación se logró trabajar con los estudiantes el contenido referente a organización espacial (Fig. 4), lateralidad y direccionalidad. Adicionalmente, se efectuaron prácticas sobre el concepto de número y cantidad.



Fig. 4. Actividad Practica 1: Dándole color a Bee-Bot.

## IV. RESULTADOS

En referencia al primer objetivo que se presentó en esta comunicación, podemos establecer que la actitud que manifestaron los profesores fue positiva. Se obtuvo la media, de las respuestas generando un valor de 4.6, lo que es muy cercano al 5 que corresponde a la opción muy de acuerdo, en la escala de actitud utilizada. La distribución de las respuestas para la interrogante relacionada a la utilidad y satisfacción que observan los profesores sobre la utilización de la robótica

educativa y en particular el kit Bee-Bot para el desarrollo de actividades de enseñanza y el logro de objetivos curriculares, se ve reflejada en el gráfico de la Figura 5.

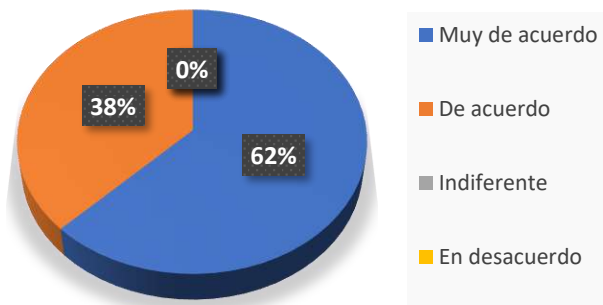


Fig. 5. Aceptación de la robótica educativa para el logro de objetivos curriculares.

Por otro lado, la aplicación de la escala de actitud a los estudiantes presentó una marcada actitud positiva en lo referente al uso del kit de robótica Bee-Bot para el desarrollo de actividades de aprendizaje en el aula de clases. Con relación a los 131 estudiantes, 126 respondieron que están de acuerdo en aprender con Bee-Bot, mientras que 5 manifestaron una actitud neutral como respuesta.

## V. CONCLUSIONES

Consideramos que los resultados que se obtuvieron en la prueba piloto, son un buen punto de partida permitiendo que se pueda efectuar un estudio experimental más profundo en la población lo que generará datos e información valiosos acerca de la integración de actividades de robótica educativa en estudiantes de infantil. Sería importante poder efectuar pruebas utilizando más áreas del contenido curricular, así como en otros centros educativos; permitiendo generalizar resultados y robustecer el diseño de una propuesta de actuación educativa, con base a los beneficios y limitantes encontradas.

## AGRADECIMIENTOS

Yen Air Caballero González dispone de una beca de la Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) y el Instituto para la Formación y Aprovechamiento de los Recursos Humanos (IFARHU), de la República de Panamá. Igualmente, nuestra gratitud a la Dirección de Infantil y Primaria del Colegio Concertado Maestro Ávila, ubicado en Salamanca. Este trabajo de investigación, se lleva a cabo en el marco del programa Doctoral Formación en la Sociedad del Conocimiento, Facultad de Educación, Universidad de Salamanca.

## REFERENCIAS

- [1] Gracia-Vacárcel, A., Basilotta, V. y López, C. (2014). Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria. *Comunicar*, 42, 65-74. <https://doi.org/10.3916/C42-2014-06>.
- [2] Sullivan, A y Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>.
- [3] Ghitis, T., & Vásquez, J. A. A. (2014). Los robots llegan a las aulas. *Infancias Imágenes*, 13(1), 143-147.
- [4] Robótica Educativa De México. (2017). Nuestra Definición de Robótica Educativa [Fecha de consulta: 03/05/2017] de <https://www.roboticaacademica.com/>
- [5] Lombana, N. B. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber*, 6(11), 215-234.
- [6] Ruiz Calvo, J., y López Fernández, S. (2016). 5phero Kids. Una aplicación educativa para alumnos de Educación Infantil. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/10366/131537>.
- [7] Peinado, J. M. (2004). Enseñanza-aprendizaje en estrategias metacognitivas en niños de educación infantil. Universidad de Burgos.
- [8] Saxe, E. B., y Murillo, A. C. (2011). Construccinismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. *Actualidades investigativas en Educación*, 4(1).
- [9] Sánchez, F. Á. B., y Guzmán, A. F. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 13(2), 120-136. Recuperado a partir de <http://revistas.usal.es/index.php/revistatesi/article/view/9002>
- [10] Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí, K., & Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Teoría de la educación, educación y cultura en la sociedad de la información*, 13(2), 74-90
- [11] Román-Gonzalez, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2015). Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general. In *CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD-CINAIC* (Vol. 3, p. 2015).
- [12] Gracia-Vacárcel, A., Basilotta, V. y López, C. (2014). Las TIC en el aprendizaje colaborativo en el aula de Primaria y Secundaria. *Comunicar*, 42, 65-74. <https://doi.org/10.3916/C42-2014-06>.
- [13] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación TT - TA - (6a ed.)*. México, D.F. : McGraw-Hill Education.
- [14] García-Peñalvo, F. J., Rees, A. M., Hughes, J., Jormanainen, I., Toivonen, T., & Vermeersch, J. (2016, November). A survey of resources for introducing coding into schools. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 19-26). ACM.