



Computational Thinking in Early Childhood Education, beyond Floor Robots

Pensamiento computacional en Educación Infantil, más allá de los robots de suelo

Juan-Francisco Álvarez-Herrero

Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas, Facultad de Educación. Universidad de Alicante
<http://orcid.org/0000-0002-9988-8286> juanfran.alvarez@ua.es

ARTICLE INFO

Key words:

Educational robotics
 Early Childhood Education
 computational thinking
 programming
 learning

Palabras clave:

Robótica educativa
 Educación Infantil
 pensamiento computacional
 programación
 aprendizaje

ABSTRACT

Educational robotics, programming and computational thinking are being incorporated in the classrooms of many educational centres and at any age. In many cases, this incorporation in the curricula is well-argued and documented, but in other cases, it is done in a rash manner and without prior reflection. In Early Childhood Education, the development of computational thinking seems to have found in floor robots a tool that allows its improvement and progress. To verify if this is so, 50 experts (active teachers, trainers of future teachers and commercial technicians of educational robotics) from all over Spain were tested. The results show that although there is a high percentage of considering floor robots as an excellent tool for the development of computational thinking in Early Childhood Education, there is no consensus when using other types of practices that go beyond and also benefit this learning process. Therefore, we consider it necessary to establish a common framework and guidelines that allow the correct implementation of robotics, programming and computational thinking in Early Childhood Education. Furthermore, this is based on offering quality training to develop these concepts.

RESUMEN

La robótica educativa, la programación y el pensamiento computacional se están incorporando en las aulas de muchos centros educativos y a cualquier edad. En muchos casos esta incorporación en los planes de estudios está bien argumentada y documentada, pero en otros casos se hace de manera precipitada y sin reflexión previa. En la Educación Infantil, el desarrollo del pensamiento computacional parece haber encontrado en la robótica de suelo una herramienta que permite su mejora y progreso. Con la intención de comprobar si esto es realmente así, se testeó a 50 expertos (docentes en activo, formadores de futuros docentes y técnicos comerciales de robótica educativa) de toda España. De los resultados se desprende que, si bien sí hay un elevado porcentaje de considerar la robótica de suelo como una excelente herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil, no hay un consenso a la hora de usar otro tipo de prácticas que vayan más allá y que también beneficien dicho proceso de aprendizaje. Por todo ello, consideramos se hace necesario establecer un marco común y unas pautas que posibiliten la correcta implementación de la robótica, la programación y el pensamiento computacional en Educación Infantil. Y ello se basa en ofrecer una formación de calidad que permita desarrollar estos conceptos.

1. Introducción

1.1. Contexto

Son diferentes los motivos que llevan a las escuelas en la actualidad a introducir conceptos como la robótica y el pensamiento computacional. Unas lo hacen con la intención de seguir las modas; otras con la de introducir cambios que aporten una mayor visibilidad ante una mayor competencia y rivalidad entre centros que a su vez

surge por una imperiosa necesidad de conseguir alumnado en unos tiempos en los que el descenso de la natalidad es cada vez más acuciante; y por supuesto, aunque menos, también las hay preocupadas realmente por la mejora del aprendizaje de su alumnado.

Pero ciertamente hay que reconocer que la gran mayoría de las escuelas que introducen estos conceptos en sus planes formativos, lo hacen sin tener conocimiento de qué son exactamente, cuáles son los beneficios que aportan al aprendizaje y en qué consisten (Lockwood y Mooney, 2017). Por no decir de qué contenidos y conceptos es interesante introducir en qué etapas o niveles y cuáles otros en qué otras.

Hay un fuerte desconocimiento de los contenidos que se quieren introducir, no se planifican ni estructuran. Tampoco se han sopesado los pros y contras que pueden tener en la educación del alumnado. Para los centros educativos, urge introducir la robótica y el pensamiento computacional, y se hace sin establecer un plan ni una metodología sustentada en principios pedagógicos. Si nos remontamos a sus inicios, hay que decir que estas materias entraron en las escuelas a través de actividades extraescolares (Castro, Maldonado, González y Vera, 2017; Ortega-Ruipérez y Asensio, 2018; Vega-Moreno, Cufí, Rueda y Llinás, 2016). Y con ello, han surgido muchas empresas que ofrecen este tipo de actividades extraescolares a los centros o incluso que imparten este tipo de disciplinas en sus instalaciones, ofreciendo cursos para todas las edades y de todo tipo de temáticas. Hablando de España, hay administraciones educativas autonómicas que ya contemplan la robótica y el pensamiento computacional en sus planes de estudios bien sea de forma transversal o bien de forma específica (González-González, 2019a; MECD, 2018), aunque siempre en niveles de ESO y Bachillerato y en contados casos en primaria. En Infantil y en Primaria, la robótica y el pensamiento computacional siguen quedando relegados a intervenciones como actividades extraescolares o bien dependen de las buenas intenciones y acciones esporádicas de ciertos equipos directivos que deciden incorporarlas en los planes de estudios de sus centros o de profesores que, de forma individual, experimentan su implementación en sus clases (Hervás-Gómez, Ballesteros-Regaña y Corujo-Vélez, 2018).

Por no hablar de que tampoco se ha contado durante los últimos años con una formación al respecto. Y es justo ahora cuando empieza a ofertarse formación desde diferentes centros de profesores o por las administraciones educativas (Hervás-Gómez, Ballesteros-Regaña y Corujo-Vélez, 2018). Pero esta está llegando a muchas escuelas tarde, insuficiente y en algunos casos está mal planteada o con premisas equivocadas. Y si hablamos de los planes formativos de las diferentes universidades españolas para los grados de magisterio o del máster de educación secundaria, nos encontramos con la misma situación. Son muy pocas las que ya incluyen en dichos planes la robótica (Alonso, 2018), y aunque cada día son más, queda por ver si esta incorporación en los planes de formación del futuro profesorado se está realizando correctamente, con sentido, y con unos objetivos claros y bien planteados.

1.2. *Robótica y pensamiento computacional*

Si queremos analizar este movimiento educativo que está suponiendo la implementación de la robótica y/o del pensamiento computacional, la primera cosa que deberíamos de hacer es clarificar bien ambos conceptos. Por un lado, tenemos la robótica educativa y por otro el pensamiento computacional. Dentro de la robótica educativa deberíamos diferenciar la robótica que trabaja con robots de suelo, con aquel otro tipo de robótica bien sea con robots físicos o sin ellos. Pero empecemos paso a paso.

El pensamiento computacional debe una de sus primeras definiciones a Wing (2006) quien consideraba que este consiste en:

“...la resolución de problemas, el diseño de los sistemas y la comprensión de la conducta humana haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática”.

Además, Wing (2006) contemplaba que estas habilidades debían ser desarrolladas por todo tipo de personas, no solamente aquellas directamente relacionadas con la informática. Y que, en estas habilidades, la importancia radicaba en las ideas y no en los artefactos. Zapata-Ros (2015) analiza esta última aportación de Wing para ir un poco más allá, al afirmar que quedaban descartados todo tipo de artilugios tecnológicos como elementos determinantes en la resolución de problemas o en la elección de los caminos para resolverlos. De todo ello, sacamos la acertada conclusión de que el pensamiento computacional es algo que toda persona debería poseer y desarrollar y que por tanto, debería formar parte de su formación, de su aprendizaje, y que no debe estar condicionada a desarrollarse mediante el uso de artefactos o artilugios tecnológicos. Incluso podemos afirmar que las habilidades que este comprende (solución de problemas, diseño de sistemas, fomento de la creatividad, pensamiento abstracto, iteración, metacognición, o incluso la comprensión de la conducta humana) abarcan

mucho más que la llamada competencia digital (habilidades procedimentales tecnológicas) (Pérez-Paredes y Zapata-Ros, 2018; Zapata-Ros, 2018). Esto último no está exento de discusión y polémica en los últimos años tal y como afirman Adell, Llopis, Esteve y Valdeolivas (2019). Pero lejos de analizar o discutir entre la trascendencia de estos dos conceptos, sí buscamos ver donde se encuentran las diferencias entre pensamiento computacional y robótica educativa; pues como ya hemos comentado, en la actualidad se tiende a incluir un concepto dentro del otro, cuando precisamente y como acabamos de ver, el pensamiento computacional tiene mayor trascendencia que la robótica educativa, y se hace uso de esta última para desarrollar lo primero.

Definir el concepto de robótica educativa se nos hace más complejo, pues supone en un principio hablar de robótica para después dirigir dicho concepto al ámbito educativo. Ante tal dificultad y ante la gran cantidad de definiciones existentes en la bibliografía, optamos por quedarnos con una definición sencilla que venga a reflejar las coincidencias existentes entre la gran mayoría de estas y sí pasar a discutir los lindes entre las definiciones de pensamiento computacional y robótica educativa. Así, por ejemplo, para Vivet y Nonnon (1989) entiende la robótica educativa como:

“Es la actividad de concepción, creación y puesta en funcionamiento, con fines pedagógicos, de objetos tecnológicos que son reproducciones reducidas muy fieles y significativas de los procesos y herramientas robóticas que son usadas cotidianamente, sobre todo, en el medio industrial.”

De esta definición se desprende entre otras cosas, que la robótica educativa implica la creación y manipulación de tecnología, de artefactos, que permitan procesos de enseñanza-aprendizaje. Lo cual supone la presencia de robots, de tecnología mecanizada al servicio de la educación. Sin embargo, con posterioridad han surgido algunas aportaciones que van más allá. Por ejemplo, García y Castrillejo (2011) nos hablan de que la “Robótica Educativa no es construir o programar, es un proceso de aprendizaje en el que, según como se mire, los robots son casi una excusa”, desterrando así la idea de la necesidad de un artilugio o incluso de la de su construcción o programación. Y esta concepción no acaba de convencer al profesorado en activo, que sigue viendo la robótica como un medio o herramienta en el que la presencia de los robots es inherente, y que de una forma lúdica favorece el desarrollo de las competencias básicas y una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, dentro de la robótica educativa, la llamada robótica de suelo (aquella en la que el artilugio tecnológico se mueve sobre una superficie), es según los expertos, la más indicada para favorecer el aprendizaje en edades tempranas (Ally, 2007), y centraremos nuestro estudio en ella.

Tras definir ambos conceptos, tal y como hemos visto, las lindes entre uno y otro no están del todo claras y sí hay muchos puntos de contacto. Es precisamente esto el motivo que lleva a muchos docentes a confundir una cosa con otra, e incluso a asociar la robótica únicamente aquel medio o recurso que hace uso de artefactos tecnológicos, y pensamiento computacional, aquellas habilidades que se desarrollan en el alumnado sin el uso de dichos artefactos. Uno de los puntos de unión entre ambos conceptos, se encuentra en la metodología o en aquellas estrategias pedagógicas que se usen para llevar a cabo el desarrollo de estas habilidades. Mientras que una de las principales diferencias es lo que hace a la robótica educativa algo tangible, manipulable, que requiere del uso de artilugios tecnológicos capaces de ser programados (robots), mientras que el pensamiento computacional no requiere de nada tangible y sí de experiencias en la resolución de problemas, en la codificación y en la programación. Sin embargo, es de la robótica de quien se echa mano en el mundo educativo, a la hora de acceder o llevar al alumnado al desarrollo del pensamiento computacional (Bers, 2008; Eguchi, 2016; Miranda-Pinto, Monteiro y Osório, 2017; Voogt, Fisser, Good, Mishra, y Yadav, 2015; Yadav et al., 2017).

Es por tanto en esta idea en la que queremos incidir en nuestra investigación, dado que existe un controvertido límite entre el concepto de robótica y de pensamiento computacional, ¿hasta qué punto el profesorado en activo contempla el pensamiento computacional como parte o base (nos atrevemos a decir) de las actividades de robótica educativa que plantea a su alumnado?

1.3. Robótica y pensamiento computacional en Educación Infantil

Para centrar más la cuestión, hemos querido enfocarlo en una etapa educativa concreta, la etapa de Educación Infantil. Esto, ha generado una nueva controversia, dado que también existen expertos que hablan de que estas edades son demasiado tempranas para trabajar y familiarizarse con estos conceptos (Benitti, 2012; Dos Reis, Sereno, Do Amaral y Dos Reis, 2015), y por el contrario, también existen quienes discrepan de esto e incluso van más allá al afirmar que es precisamente en esta etapa donde hay que iniciar en su utilización y planteamiento para así sentar las bases de procesos de sociabilización, creatividad, interacción, trabajo colaborativo, e iniciativa (Bers, Flannery, Kazakoff y Sullivan, 2014; García-Valcárcel y Caballero, 2019; Öztürk y Calingasan, 2019).

Si hablamos más concretamente de la etapa de Educación Infantil, deberíamos analizar primero que nada su conveniencia o no. Son ya diversos los estudios que prueban que el desarrollo del pensamiento computacional en edades tempranas favorece enormemente la competencia y capacitación en diferentes habilidades y destrezas (Bers, Flannery, Kazakoff y Sullivan, 2014; García-Valcárcel y Caballero, 2019). Y una vez vista su idoneidad y beneficios, contemplar cómo se tiene que plantear y estructurar los contenidos a trabajar, de forma que esté pautado y adecuado a las edades del alumnado (Sullivan y Bers, 2016). Otra cuestión importante es la forma de introducir estos conceptos, y aquí todas las investigaciones coinciden en transversalizarlos (y no trabajarlos únicamente de forma específica), es decir aprovechar del pensamiento computacional y la robótica para aprender y trabajar contenidos de las diferentes áreas o focos de interés del currículum (por ejemplo, cálculo, ciencias, etc.).

En la actualidad, nos podemos encontrar con quienes solamente hacen un uso de la robótica educativa de suelo en esta etapa (da Silva y González-González, 2017), quienes no tocan prácticamente nada la robótica de suelo y sí trabajan con su alumnado el pensamiento computacional mediante diferentes estrategias (Reina y Reina, 2017), también quienes hacen uso de ambos conceptos (Ramírez-Benavides y Guerrero, 2014; Recio, 2019) y por último hay quienes consideran que estamos ante unas edades para las que estos conceptos son todavía complejos y abstractos (Barr y Stephenson, 2011; García-Valiente y Navarro-Montaña, 2019; Tanaka y Kimura, 2009). Pero, debemos reconocer, que sea de una forma u otra, todas estas iniciativas, como ya apuntábamos en un principio, siguen siendo escasas y esporádicas y hoy por hoy no vienen contempladas en el currículum de Educación Infantil. Por todo ello, se necesitan propuestas de intervención testadas (González-González, 2019b), con su planificación y seguimiento, y que permitan su implementación en la Educación Infantil, tanto accediendo al profesorado en activo, como al futuro profesorado de la etapa (Angeli et al., 2016; González, Peracaula y López, 2017; González, Estebanell y Peracaula, 2018). En estas intervenciones, aprovechando el juego (Espinosa y Gregorio, 2018; Resnick y Rosenbaum, 2013) y la motivación que la interacción con robots puede ofrecer, sea de forma específica o transversal, se consigue que el alumnado desarrolle la creatividad (Buitrago, Casallas, Hernández, Reyes, Restrepo y Danies, 2017), el pensamiento lógico, la iniciativa, la socialización, el aprendizaje cooperativo, etc., mejorando de esta manera el aprendizaje del alumnado, la producción de nuevos conocimientos.

Y retomando nuestro propósito, queremos comprobar qué es lo que está ocurriendo en las aulas tanto a nivel formal como no formal, y no solo en aquellas en las que el alumnado es de la etapa de Educación Infantil, sino también en las aulas universitarias, donde el alumnado es el futuro profesorado de esta etapa. Y así, conocer como se está abordando la implementación del pensamiento computacional en la Educación Infantil, si se queda en un simple trabajo lúdico con robots de suelo, o si se profundiza realmente en el pensamiento computacional. No debemos olvidar, como ya hemos comentado, que la robótica ayuda al desarrollo del pensamiento computacional, y más concretamente la robótica de suelo, en algunas ocasiones también llamada robótica programable (Komis y Misirli, 2016), es un excelente recurso para ello en la etapa de Educación Infantil. Pero también tenemos que considerar lo que se ha venido a llamar el pensamiento computacional “desenchufado” (*unplugged computational thinking*) (González-González, 2019a; Zapata-Ros, 2019), como aquel que parte de actividades que se realizan en Educación Infantil y en los primeros cursos de Educación Primaria y que permiten ser recordadas con posterioridad, de esta manera se garantiza un desarrollo planeado y estructurado del pensamiento computacional. En definitiva, el pensamiento computación no solo se puede sino que se debe empezar a trabajar desde estas edades tempranas y así permitir su desarrollo a lo largo de toda la vida.

Para conseguir nuestro propósito, abordaremos a profesorado de Educación Infantil en activo que trabaja la robótica en el aula, así como profesorado universitario que imparte estas temáticas al futuro profesorado de educación infantil, y también técnicos docentes y técnicos comerciales especialistas en robótica educativa en la etapa de Educación Infantil, trabajen o no en la formación dirigida a esta etapa.

A continuación, plantaremos los objetivos que nos hemos marcado en esta investigación, para describir posteriormente la metodología empleada para conseguir tales fines, y por último analizaremos los resultados obtenidos, así como plasmaremos las conclusiones que se desprenden de su análisis.

2. Objetivos

El objetivo principal que perseguimos con nuestra investigación radica en:

- Conocer cuál es la realidad de la enseñanza de la robótica educativa en la etapa de Educación Infantil en España y comprobar si con esta se consigue sentar las bases del desarrollo del pensamiento computacional del alumnado o si simplemente se queda en algo meramente lúdico.

Ello nos permitirá a su vez, comprobar los siguientes objetivos secundarios:

- Comprobar si existe coincidencia o no entre la finalidad que se le da a la robótica educativa en las aulas de Educación Infantil y la que se transmite en las aulas universitarias al futuro profesorado de la etapa y en las empresas que realizan una formación no formal o venden los recursos para su implementación.
- Identificar si es necesaria una unificación de criterios a modo de marco común y la elaboración de un plan de implementación de la robótica en la etapa de Educación Infantil.

3. Método

Con la intención de validar una ficha que permitiese realizar una taxonomía de la robótica de suelo en Educación Infantil, se contactó con 120 expertos/as en la materia: docentes de Educación Infantil en activo que utilizan la robótica educativa, profesorado universitario del grado en Educación Infantil que imparte o investiga en temáticas de robótica, y técnicos docentes y comerciales de empresas que se dedican a la venta y/o formación no formal de robótica educativa. Se procedió a recoger respuestas con un instrumento, en proceso de validación, al que llamamos FAREI19, contactando con personas expertas repartidas por toda la geografía española, con igual peso en todas las comunidades autónomas y también tratando de ser equitativos en cuestiones de género, aunque entre el colectivo de docentes de Educación Infantil fue mayoritario el sector femenino, sí fue equitativo entre el sector comercial, pero entre el profesorado universitario, predominaban los hombres frente a las mujeres. De las 120 invitaciones a participar en dicha validación, se obtuvieron 73 respuestas. De entre estas, en 50 de ellas se obtuvieron comentarios y observaciones que nos permitieron conocer de qué manera trabajan o conciben la robótica y la programación en la Educación Infantil. Son estas 50 respuestas las que aquí analizamos. Se trata por tanto de una investigación descriptiva, de carácter cualitativo y que recoge una realidad, el sentir y la forma de trabajar en la etapa de Educación Infantil y como son tratadas la robótica y el pensamiento computacional. El perfil de las 50 personas de las que se obtuvo respuestas válidas obedece a las siguientes características: están distribuidos en todo lo amplio de la geografía española, sus edades están comprendidas entre los 30 y los 60 años, y 22 son hombres (el 44%) y 28 mujeres (el 56%).

De las respuestas válidas obtenidas, encontramos en todas ellas las respuestas a tres preguntas sencillas, pero suficientes para hacernos una idea del objetivo que perseguimos. Las preguntas en cuestión serían:

1. ¿Consideras necesaria y conveniente la implementación de la robótica educativa en la etapa de Educación Infantil?
2. Con el uso que haces de la robótica de suelo ¿consideras que se desarrolla el pensamiento computacional del alumnado de Educación Infantil?
3. Además de la robótica de suelo, ¿realizas otras prácticas, con o sin otro tipo de recursos, para desarrollar el pensamiento computacional del alumnado de Educación Infantil?

Son las respuestas a estas tres preguntas las que pasaremos a codificar y presentar el apartado de resultados.

Antes de pasar a ver dichos resultados, describimos la muestra testeada en la Tabla 1:

Perfil del/de la experto/a	Número (%)	Hombres (%)	Mujeres (%)
Docente en activo de Educación Infantil - (DEI)	25 (50)	7 (28)	18 (72)
Docente universitario experto en robótica - (UNI)	18 (36)	11 (61)	7 (39)
Técnico comercial o docente en robótica - (COM)	7 (14)	4	3
Total	50 (100)	22 (44)	28

Tabla 1. Perfil del/de la experto/a.

4. Resultados

Pasamos a presentar los resultados obtenidos considerando dos visiones complementarias. Por un lado mostramos un análisis estadístico de los mismos, tras la interpretación de las respuestas obtenidas con las respuestas

a las preguntas consideradas. Y, por otro lado, procederemos también a analizar y comentar algunas de las respuestas obtenidas de forma cualitativa, aquellas que por su interés y contenido, tienen la importancia suficiente para ser consideradas representativas de aquello que aportan a los resultados de nuestra investigación.

4.1. Resultados estadísticos

Para simplificar la presentación de los resultados obtenidos a nivel estadístico, consideraremos únicamente las respuestas afirmativas a cada una de las preguntas analizadas. Y con ello, los resultados obtenidos, con sus frecuencias y porcentajes, podemos observarlos en la Tabla 2.

Perfil	1. Sí considera necesaria la robótica en Educación Infantil			2. Sí se desarrolla el pensamiento computacional con la robótica en Educación Infantil			3. Sí realiza otras prácticas para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil		
	N	% respecto a su perfil	% respecto al total	N	% respecto a su perfil	% respecto al total	N	% respecto a su perfil	% respecto al total
DEI (N= 25, 50%)	25	100	50	19	76	38	12	48	24
UNI (N= 18, 36%)	18	100	36	18	100	36	14	78	28
COM (N= 7, 14%)	6	86	12	4	57	8	2	29	4
Total	49		98	41		82	28		56

Tabla 2. Resultados estadísticos de las respuestas a las preguntas sobre robótica-pensamiento computacional en Educación Infantil.

Tal y como se desprende de lo que podemos observar en la Tabla 2, existe casi unanimidad entre los/as expertos/as sobre la sí conveniencia de trabajar la robótica en la etapa de Educación Infantil. Tan solo un experto del grupo de técnicos comerciales/docentes de una empresa que se dedica a la distribución, venta y formación no formal en robótica educativa, no es partidario de su implementación en esta etapa.

Respecto a si con la robótica de suelo se desarrolla el pensamiento computacional en Educación Infantil, hay unanimidad en el sector del profesorado universitario, pero ya no es unánime entre el profesorado de Educación Infantil y cae hasta un poco más de la mitad en el sector comercial y de formación no formal. En total, hablamos de que el 82% de los expertos sí consideran la robótica como un recurso notable para el desarrollo del pensamiento computacional.

Y donde encontramos los peores resultados es la poca incidencia que tiene la realización de otro tipo de prácticas, con otros recursos o sin ellos, para el desarrollo del pensamiento computacional. Estamos hablando de que poco más de la mitad de los/as expertos/as (el 56%) cuida el pensamiento computacional con otro tipo de actividades que no impliquen la robótica de suelo, siendo el colectivo del profesorado universitario el que más se preocupa por ello, y el sector comercial el que menos.

4.2. Resultados descriptivos

Analizando pregunta por pregunta, vamos a destacar aquellas respuestas de los/as expertos/as, destacables tanto en un sentido como en otro, que nos van a permitir conocer el sentir ante cada pregunta.

En la pregunta 1.

Como acabamos de ver, salvo un experto del sector comercial, el resto considera la implementación de la robótica educativa, como un recurso necesario y conveniente para la mejora del aprendizaje del alumnado de Educación Infantil. Dicho experto argumenta así su oposición a la robótica:

“Somos una empresa con una larga trayectoria en el tema, y nuestra experiencia nos lleva a no estar de acuerdo con el uso de robots en Educación Infantil. El alumnado de esta etapa es demasiado pequeño para asimilar y comprender la programación y llega a ser contraproducente el uso de robots en estas edades cuando no se les va a sacar

ningún provecho más allá de su componente lúdica ya que lo ven como un simple juguete y no se adquieren las estructuras y habilidades del pensamiento computacional” (COM 46)

En cambio, tanto entre el profesorado de la etapa como el profesorado universitario, la conveniencia de la robótica está más que justificada, así una docente lo explica de esta manera:

“La robótica educativa la concibo como una herramienta muy necesaria en Educación Infantil. Es un vehículo que por su carácter motivador conduce al alumnado a la construcción de su propio aprendizaje.” (DEI 47)

En la pregunta 2.

En esta pregunta empezamos a ver como tanto por parte de los docentes de la etapa como por los técnicos comerciales, no hay una unanimidad, que sí la hay entre el profesorado universitario, sobre si con el uso de la robótica se está desarrollando el pensamiento computacional o no, y una de las respuestas que mejor refleja esto es la que aquí reproducimos de una maestra de Educación Infantil:

“Los docentes necesitan una guía y/o formación para hacer del robot un buen uso, un uso pedagógico que favorezca el desarrollo del pensamiento computacional. No es jugar con un “robot” a moverlo o llevarlo a casillas para aprender una letra o conocimiento, y esto es uno de los peligros que se están dando entre quienes aplican la robótica en sus aulas.” (DEI 40)

En este mismo sentido, advirtiendo del peligro que puede suponer quedarse con solo la componente lúdica de los robots de suelo, se producen muchas de las respuestas del profesorado universitario y esta concretamente podría resumir dicha cuestión:

“Más que hablar de que la robótica de suelo desarrolla el pensamiento computacional, habría que hablar de que tiene potenciabilidad para ello, pero puede llegar a quedar en nada si no se dan las condiciones adecuadas para ello.” (UNI 29)

En la pregunta 3.

Entre las respuestas del colectivo docente de Educación Infantil, algunos de los comentarios recogidos que afirman que hay pensamiento computacional más allá de la robótica de suelo son:

“Cuando se trabajan estos conceptos en Educación Infantil, debe tenerse en consideración la variedad de “objetos” que se ofrecen para no sesgar solo a los robots de suelo como está siendo la tendencia educativa en la etapa, se hace sin reflexión previa suficientemente evaluada y documentada. La robótica en infantil comienza por STEAM y debe abarcar muchos campos previos a tener un objeto. El alumnado puede jugar en parejas a programarse entre ellos como si fuesen robots” (DEI 03).

Hay también docentes que tienen muy claro esta utilidad y como permite el desarrollo del pensamiento computacional. En algunas de las respuestas obtenidas sí se constata que se han formado en este campo:

“Se deben tener en cuenta los objetivos de etapa que propone el INTEF sobre la programación, la robótica y el pensamiento computacional:
Crear conjuntos de instrucciones paso a paso para completar tareas.
Desarrollar programas sencillos con secuencias de instrucciones organizadas para resolver tareas simples.
Conocer...” (DEI 07).

Como hemos visto, solo dos de los siete técnicos comerciales, valoran y consideran la realización de otro tipo de actividades más allá de la robótica de suelo para el desarrollo del pensamiento computacional. De estas dos respuestas, queremos reproducir una de ellas por la claridad en la que expone el concepto de pensamiento computacional:

“El pensamiento computacional es favorecido por cualquier acción que no sea guiada o cerrada, que sea libre con múltiples caminos y posibilidades, y es el profesor el que debe de favorecer esta destreza. Un lápiz es una de las herramientas que más favorecen y potencian el pensamiento computacional y si este es de color, más (COM 09).

5. Discusión y conclusiones

Teniendo en cuenta que estamos hablando de los resultados obtenidos de una muestra compuesta por 50 personas expertas en el campo de la robótica educativa y que en muchas ocasiones incluso para estas personas no está bien delimitada la diferencia entre robótica educativa y pensamiento computacional, procedemos a realizar unas conclusiones que no deben perder de vista estas limitaciones. A tenor de los resultados, sí podemos considerar que el pensamiento computacional y las bases de su desarrollo, parecen estar bien sustentadas entre aquellas personas expertas que ya se encuentran implementando la robótica de suelo en sus aulas. Un 82% en los resultados nos confirma que esto es así, pero también obliga a mantener la alerta sobre una correcta implementación de la robótica de suelo en la etapa, pues hay que recordar que solo estamos hablando de profesorado que ya lo viene haciendo o que lo está enseñando en las facultades de educación. No estamos hablando, por tanto, de todo el colectivo de profesorado de Educación Infantil, ni tampoco de todo el futuro profesorado de la etapa, pues no en todas las facultades de educación del país se enseña robótica, programación y/o pensamiento computacional en los grados de magisterio en Educación Infantil. Volvemos a recordar que, aunque en auge, este tipo de prácticas siguen siendo hoy en día muy minoritarias y por tanto no podemos sacar una impresión que no es y sí velar por conseguir que estas se sigan dando y lo hagan en sentido correcto. De los resultados también se desprende que si bien hay una coincidencia de criterios sobre el uso que se le da a la robótica de suelo para favorecer el desarrollo del pensamiento computacional tanto entre las aulas de infantil como las aulas del futuro profesorado de la etapa, no se da tanto entre los técnicos comerciales, que con tan solo un 57% que sí contemplan un desarrollo del pensamiento computacional, el 43% restante parece más despreocupado en este asunto. Y más grave resulta el uso de otro tipo de prácticas diferentes a la robótica de suelo para el desarrollo del pensamiento computacional, aquí a excepción del profesorado universitario que un 78% sí las hace, el resto tiene serias lagunas al respecto, pues solo menos de la mitad del profesorado en activo de la etapa de infantil, y el 29% de los técnicos comerciales, hacen uso de ellas.

Que implementar la robótica educativa, y más concretamente la robótica de suelo, en la etapa de Educación Infantil es algo muy beneficioso, es algo que parece incuestionable.

Que esta favorezca el desarrollo del pensamiento computacional entre el alumnado de la etapa, es algo que ya requiere sus matizaciones, pues como hemos visto, muchas veces se corre el riesgo de no implementar correctamente dicha herramienta o recurso, sin una programación, secuenciación y sin un sentido y objetivo justificado, lo que lleva a que quede en una mera distracción, en una práctica lúdica que esconde o aporta poco aprendizaje. Incluso en muchas ocasiones, este enfoque en el que puede quedar la robótica, un simple juguete que se mueve, se ilumina y emite sonidos, llega a ser contraproducente.

Y considerar únicamente la robótica de suelo como único camino posible para el desarrollo del pensamiento computacional en Infantil, es reducir y limitar peligrosamente el aprendizaje del alumnado de la etapa. Como hemos visto, está más que argumentado el beneficio y la mejora que este produce en el desarrollo competencial, de destrezas y habilidades de las personas y como está más que indicado para estas etapas. Es por todo ello, que ya, desde la etapa de Educación Infantil debemos poner a nuestro alcance todos aquellos recursos y aquellas estrategias que permitan fomentarlo y cultivarlo entre nuestro alumnado. Hay muchas cosas más que podemos hacer para favorecer que el alumnado vaya haciendo camino en la resolución de problemas, planteando y contrastando soluciones, equivocándose y rectificando, volviendo a intentar, a probar, a generar en sí la propia iniciativa para interactuar, etc. Y así mismo, tampoco debemos caer en error de limitar a una única secuencia, a un único camino posible, la solución al problema planteado. Si no lo hacemos de esta manera, no estaremos contemplando el desarrollo del pensamiento computacional entre el alumnado, y quedará en un sucedáneo, que como decíamos, puede convertirse en el futuro en su principal enemigo. Debemos contemplar la implementación del pensamiento computacional desenchufado (Zapata-Ros, 2019) desde la Educación Infantil pues ello permitirá evocar las prácticas que hayamos hecho en etapas posteriores, mejorando de esta forma el aprendizaje y el desarrollo del pensamiento computacional.

Insistimos, hay tener en cuenta que en esta investigación se ha contactado con profesorado que utiliza la robótica y el pensamiento computacional en sus clases desde hace tiempo, muchos de ellos, referentes en la materia y con muchas buenas prácticas tras de sí. Por ello no podemos extrapolar estos resultados a los que hubiésemos obtenido si llegamos a testar a un conjunto de docentes más amplio de toda la etapa, con un uso esporádico de estos recursos y conceptos o sin hacer uso de estos. Y también queremos insistir que entendemos que no todas las personas expertas de las que hemos obtenido respuesta pueden entender de igual manera los conceptos de robótica educativa y pensamiento computacional y por tanto estamos ante otra limitación de este estudio.

Necesitamos que se hagan más propuestas en firme tanto para trabajar desde la robótica de suelo, como sin ella, el pensamiento computacional del alumnado de Educación Infantil y que estas propuestas lleguen a todos, sea el profesorado en activo o el profesorado en formación. Como ya hemos dicho en más de una ocasión, se hace necesario consensuar un marco común de las competencias a trabajar con el alumnado de Educación Infantil, y entre ellas debe estar contemplado el pensamiento computacional (Pérez-Paredes y Zapata-Ros, 2018). Solo de esta manera se evitará caer en el error de hacer un uso y una implementación contraproducente de la robótica y otros recursos, que dificulten o lleven al traste las habilidades y destrezas que pueda el alumnado desarrollar frente a la resolución de problemas.

Como futuras líneas de investigación está el llevar a cabo esta misma investigación, pero de una manera más amplia, tratando de abarcar todo el colectivo de docentes de Educación Infantil de toda España, trabajen o no con robótica, sean o no expertos en la materia, y con un instrumento ya validado. Y, por otro lado, también se pretende realizar un *systematic literature review* sobre el tema para conocer en un futuro su situación en estos años.

Referencias

- Adell, J. S., Llopis, M. A. N., Esteve, M. F. M. y Valdeolivas, N. M. G. (2019). El debate sobre el pensamiento computacional en educación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 171-186. doi:<https://doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>
- Ally, M. (2007). Mobile Learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(2). doi:<https://doi.org/10.19173/irrodl.v8i2.451>
- Alonso, K. (2018). *Propuesta de análisis de formación docente en robótica educativa con intervención mediante una escape room* (Trabajo Final de Máster). Universidad de Valladolid, Valladolid. Recuperado a partir de: <https://bit.ly/3fgrzR6>
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J. y Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework- Implications for Teacher Knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57. doi: <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.19.3.47>
- Barr, V. y Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads* 2, 1 (February 2011), 48-54. doi:<https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bers, M. (2008). *Blocks to Robots: Learning with Technology in the Early Childhood Classroom*. Nueva York: Teachers College Press.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R. y Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Buitrago, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S. y Danies, G. (2017). Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. *Review of Educational Research*, 87(4), 834-860. doi:<https://doi.org/10.3102/0034654317710096>
- Castro, F. V., Maldonado, J. J., González, S. y Vera, D. (2017). Actividad extraescolar para aprender a aprender: la robótica como herramienta educativa. *Revista de estudios e investigación en psicología y educación*, Extra (13), 124-128. doi:<https://doi.org/10.17979/reipe.2017.0.13.2542>
- da Silva, M.G. y González-González, C. S. (2017). PequeBot: Propuesta de un Sistema Ludificado de Robótica Educativa para la Educación Infantil. En *Actas del V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE'17)*.
- Dos Reis, W., Sereno, H., Do Amaral, M. y Dos Reis, P. (2015). Educational robotics as an instrument of formation: a public elementary school case study. *VI Workshop de Robótica Educacional*, 6, 70-75.
- Eguchi, A. (2016). Computational Thinking with Educational Robotics. In G. Chamblee & L. Langub (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 79-84). Savannah, GA, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Espinosa, C. y Gregorio, M. (2018). La Robótica en Educación Infantil. *Publicaciones Didácticas*, 90, 282-288.
- Estebanell, M., González, J., Peracaula, M. y López, V. (2017). About the concept of Computational Thinking and its educational potentialities by pre-service teachers. In López Chova, L., López Martínez, A., & Candel Torres, I.

- (Eds.), *Proceedings of the 2017 EduLearn 9th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 6624–6630). Barcelona: EDULEARN. doi:<https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.2510>
- García, J. M. y Castrillejo, D. (2011). Los Robots como excusa. En *El modelo CEIBAL. Nuevas tendencias para el aprendizaje* (pp. 300-333). Montevideo: ANEP-CEIBAL.
- García-Valcárcel, A. y Caballero, Y. A. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil. *Comunicar*, 59(27), 63-72. doi:<https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>
- García-Valiente, M. y Navarro-Montaño, M.J. (2019). Robótica para todos en Educación Infantil. *Paideia*, (60), 81-104.
- González, J., Estebanell, M. y Peracaula, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 29-45. doi:<https://doi.org/10.14201/eks20181922945>
- González-González, C. S. (2019a). Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil. *Education in the Knowledge Society*, 20, 17. doi:https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17
- González-González, C. S. (2019b). Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva. *RiiTE – Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 85-97. doi:<https://doi.org/10.6018/riite.405171>
- Hervás-Gómez, C., Ballesteros-Regaña, C. y Corujo-Vélez, C. (2018). La robótica como estrategia didáctica para las aulas de Educación Primaria. *Hekademos: revista educativa digital*, (24), 30-40.
- Komis, V. y Misirli, A. (2016). The environments of educational robotics in Early Childhood Education: towards a didactical analysis. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 3(2), 238-246. doi:<https://doi.org/10.26220/une.2751>
- Lockwood, J. y Mooney, A. (2017). Computational Thinking in Education: Where does it fit? A systematic literary review. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(1), 41. doi:<https://doi.org/10.21585/ijcses.v2i1.26>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD). (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España*. Recuperado a partir de: <https://bit.ly/3fopseh>
- Miranda-Pinto, M. S., Monteiro, A. F. y Osório, A. J. (2017). Potencialidades e fragilidades de robôs para crianças em idade pré-escolar (3 a 6 anos). *Revista Observatório*, 3, 302–330. doi:<https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2017v3n4p302>
- Ortega-Ruipérez, B. y Asensio, M. M. (2018). Robótica DIY: pensamiento computacional para mejorar la resolución de problemas. *RELATEC – Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17 (2), 129-143. doi:<https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.2.129>
- Öztürk, H. T. y Calingasan, L. (2019). Robotics in Early Childhood Education: A Case Study for the Best Practices. In I. Management Association (Ed.), *Early Childhood Development: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 892-910). Hershey, PA: IGI Global. doi:<http://doi.org/10.4018/978-1-5225-7507-8.ch044>
- Pérez-Paredes, P. y Zapata-Ros, M. (2018). *El pensamiento computacional, análisis de una competencia clave*. New York: Create Space Independent Publishing.
- Ramírez-Benavides, K. y Guerrero, L. A. (2014). MODEBOTS: Entorno de Programación de Robots para Niños con Edades entre 4-6 Años. *VAEP-RITA - Versión Abierta Español-Portugués*, 2(3), 139-146.
- Recio, S. (2019). Experiencias robóticas en Infantil. *RiiTE – Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 7, 73-84. doi:<https://doi.org/10.6018/riite.399641>
- Reina, M. y Reina, S. (2017). *Desarrollo de la Competencia Digital en educación infantil*. Madrid: Anaya.
- Resnick, M. y Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkability. In M. Honey & D.E. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp.163-181). New York: Routledge.
- 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. doi:<https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Tanaka, F., y Kimura, T. (2009). *The use of robots in early education: A scenario based on ethical consideration*. RO-MAN 2009 - The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. doi:<https://doi.org/10.1109/roman.2009.5326227>
- Seiter, L. y Foreman, B. (2013). Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students. In *Proceedings of the ninth annual international ACM conference on International computing education research (ICER '13)* (pp. 59-66). New York, NY, USA: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/2493394.2493403>

- Vega-Moreno, D., Cufí, X., Rueda, M.J., y 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 (IJERI)*, 6, 162-175.
- Vivet, M. y Nonnon, P. (1989). *Actes du Premier Congrès Francophone de Robotique Pédagogique*. Le Mans: Université du Maine.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P. y Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. doi:<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yadav, A., Gretter, S., Good, J. y Mclean, T. (2017). Computational Thinking in Teacher Education. In Spector, M., Bishop, M. J. y Ifenthaler, D. (Eds.), *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking* (pp. 205-220). Bloomington (IN, US): Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_13
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(4), 1-47. doi:<https://doi.org/10.6018/red/46/4>
- Zapata-Ros, M. (2018). Pensamiento computacional. Una tercera competencia clave. (I). *Blog RED El aprendizaje en la Sociedad del Conocimiento*. Recuperado a partir de: <https://bit.ly/2Z8ICA8>
- Zapata-Ros, M. (2019). Computational Thinking Unplugged. *Education in the Knowledge Society*, 20, 18. doi:https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18