

Acompañamiento a profesores de Infantil para integrar la robótica en el aula: experiencia realizada en cuatro escuelas en Cataluña.

Training elementary teachers to integrate robotics in the classroom: experience carried out in four schools in Catalonia.

Elena Jurado, David Fonseca, Xavi Canaleta

elena.jurado@salle.url.edu, david.fonseca@salle.url.edu, xavier.canaleta@salle.url.edu

GRETEL (Technology Enhanced Learning Research Group)
La Salle Campus Barcelona (Universitat Ramon Llull)
Barcelona, España

Resumen- En este estudio se presenta el acompañamiento formativo a cuatro profesores de Infantil en tres escuelas de Cataluña durante el año escolar 2017/2018 con el objetivo de introducir robótica en sus clases. Las acciones principales consistieron en el acompañamiento en el aula por parte de un profesor universitario de apoyo y en el desarrollo de materiales curriculares. El aprendizaje de profesores y alumnos durante el acompañamiento se evaluó utilizando una combinación de métodos cualitativos y cuantitativos. Los maestros percibieron el acompañamiento cercano, útil y terminaron el año escolar sintiéndose confiados con la plataforma robótica usada (KIBO). Los estudiantes tuvieron una calificación promedio de 7.1 - 7.7 sobre 10 en los criterios de evaluación final, y un aumento con respecto a los resultados iniciales de 0.1 a 0.3 puntos. Este aumento no fue uniforme para todos los estudiantes: los estudiantes más brillantes mejoraron más en colaboración, comunicación y creatividad, mientras que aquellos con menores calificaciones, mejoraron más en conducta y creatividad. Además, hubo diferencias entre profesores: el aprendizaje de los alumnos fue mayor en las clases donde los maestros tenían mayor interés inicial en el acompañamiento.

Palabras clave: Formación docente, Robótica Educativa, Educación Infantil, STEAM, robot KIBO

Abstract- In this study we describe how four elementary teachers in three schools in Catalonia were trained during the 2017/2018 school year to introduce robotics in the classroom. Main actions consisted in: classroom accompaniment by a university trained support teacher and curricular materials' development. The teachers' and students' learning during the training was evaluated using a mixture of qualitative and quantitative methods. Teachers perceived the training close, useful and ended the school year feeling confident with the used robotic platform (KIBO). Moreover, students' learning was higher in the classes where the teachers had higher initial interest in the training. The results of the final assessments to students showed an average mark of 7.1-7.7 out of 10 in the final evaluation criteria, and an increase from the initial results of 0.1 to 0.3 points. This increase was not uniform for all students: brighter students tended to improve more in collaboration, communication, and creativity, and those with lower marks tended to improve more in conduct and creativity. Differences among teachers were present, underlining better results in students' learning for teachers with higher initial interest.

Keywords: Teacher Education, Robotics Education, Elementary Education, STEAM, KIBO robot

1. INTRODUCCIÓN

La robótica forma parte de los aprendizajes clave en un mundo donde los aprendices interactúan e interactuarán con múltiples tecnologías robóticas y sistemas operativos a lo largo de sus vidas (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari, Engelhardt, Kampylis, & Punie 2016). En una clase de robótica, los estudiantes construyen y programan robots, desarrollan pensamiento computacional, ingenieril, y pensamiento lógico-matemático, habilidades de resolución de problemas y de indagación científica (Lye & Koh, 2014). Asimismo, la tangibilidad de las plataformas robóticas es un factor decisivo en la motivación de los estudiantes, ya que permite una mejor inmersión en el proceso de aprendizaje (Resnick, 1998). Las plataformas robóticas también han demostrado ser un medio muy eficaz para el aprendizaje del conocimiento interdisciplinario de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas (STEAM). Además, las habilidades como la creatividad, colaboración, comunicación, autonomía y resiliencia frente al error pueden beneficiarse de unidades didácticas con plataformas robóticas (Benitti, 2012). Así pues, es crucial que la robótica educativa forme parte del paisaje de herramientas y metodologías docentes que tiene lugar en centros escolares, y que se convierta en un elemento clave en la unión y articulación de aprendizajes interdisciplinarios.

Los profesores necesitan una comprensión profunda de los conceptos de ciencias de la computación y las prácticas pedagógicas para poder diseñar experiencias y evaluaciones en robótica que realmente permitan a los estudiantes adquirir el pensamiento computacional y el desarrollo de habilidades blandas (Bocconi et al., 2016). Los métodos tradicionales de capacitación tecnológica para maestros no siempre producen la "comprensión profunda" requerida para obtener resultados de aprendizaje efectivos en robótica, ya que en muchos casos éstos se centran en el aprendizaje de la herramienta (el robot) y no en los conceptos relacionados, y no se relaciona la robótica con el

Octubre 9-11, 2019, Madrid, ESPAÑA

V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2019)

resto de contenidos (Alimisis, 2013). Por otro lado, las técnicas estándar actuales de desarrollo profesional docente dividen la adquisición y la aplicación de las habilidades adquiridas (Mishra & Koehler, 2006). Por lo general, consisten en talleres concentrados en la primera quincena de julio (final del año académico), donde la disponibilidad de maestros es baja (vacaciones inminentes) y la fatiga al final del curso es alta. Además, el período de vacaciones significa que en septiembre (a partir del siguiente año académico) los maestros han olvidado gran parte de la capacitación. Es esencial ofrecer a los docentes oportunidades de desarrollo profesional en robótica con un enfoque de aprender haciendo, espaciado durante el año académico y con profesores de apoyo (Giamellaro & Siegel, 2018).

En Cataluña, a pesar de que hay numerosos ejemplos de aplicación de la robótica a nivel extraescolar, la robótica no está de forma sistemática ni obligatoria a lo largo del recorrido escolar (Generalitat de Catalunya, 2016). En educación infantil y primaria, el aprendizaje de tecnología e ingeniería es deficitario especialmente en edades tempranas y las materias STEAM menudo se aprenden en compartimentos desconectados (Cejka, 2006; Rogers & Portsmore, 2006). Se vislumbra necesario un asesoramiento externo de calidad y a largo plazo, conectado con investigación, que guíe los centros educativos en la incorporación de la robótica en su currículo escolar.

2. CONTEXTO

La Salle Campus Barcelona (Universitat Ramon Llull), en colaboración con el equipo de Pedagogía La Salle Catalunya, ha iniciado recientemente EduEnginy, un proyecto que promueve el pensamiento de ingeniería, la resolución de problemas y STEAM a través de tecnología robótica. En el marco de este proyecto, se diseñó una hoja de ruta para garantizar que la robótica se adopte en los planes de estudios de educación obligatoria en todas las escuelas de La Salle en Cataluña antes de 2020. Las principales acciones consisten en: acompañamiento del profesorado en el aula y desarrollo de materiales curriculares.

Los objetivos de este estudio son: i) presentar una metodología para capacitar a los maestros de Infantil en integrar la robótica en el aula formando asociaciones con profesores universitarios de apoyo, ii) analizar el aprendizaje de maestros y estudiantes durante el proceso de acompañamiento.

3. DESCRIPCIÓN

A. Metodología de acompañamiento a los maestros

El acompañamiento formativo se implementó en 4 maestros de etapa Infantil de 3 escuelas de La Salle en Cataluña (España) durante el curso escolar 2017/2018. Implicó a 5 grupos de 15 alumnos (65 niños de 4 a 6 años).

La metodología de acompañamiento fue muy similar a la prueba piloto en otra escuela de la misma red el año anterior,

descrita con más detalle en Jurado (2017) y esquematizada en la Figura 1.

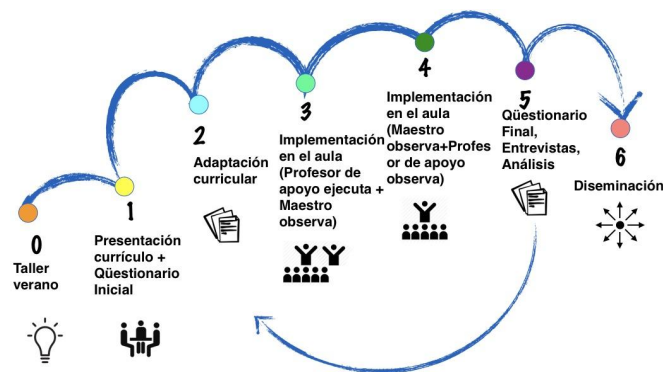


Figura 1: Fases del acompañamiento formativo a los maestros del estudio

La particularidad de esta metodología reside en que, durante el año escolar, y un día al mes, un profesor de apoyo capacitado por la universidad acompañó al maestro de escuela en el aula. La sesión fue impartida primero por el profesor de apoyo a la mitad de la clase (mientras que el maestro de escuela observaba), y luego por el maestro de escuela a la otra mitad de la clase (mientras el profesor de apoyo observaba). Se favoreció, así pues, la adquisición de habilidades tecnológicas cuando el maestro realmente las necesitaba (mientras enseñaba). Este enfoque está respaldado por el modelo TPACK como marco para los buenos maestros en el siglo XXI (Mishra & Koehler, 2006). Por otro lado, se entregó al personal docente documentación escrita con la secuencia de actividades de enseñanza-aprendizaje y objetivos de aprendizaje de cada una de las 16 sesiones planteadas y se dio un soporte en línea después de cada clase. Las sesiones fueron diseñadas con componentes educativos interdisciplinarios STEAM, además de trabajar el pensamiento computacional, el ingenieril, y las interacciones sociales, y se basaron en los resultados de la experiencia piloto anterior (Jurado, 2017) y en literatura científica relacionada (Bers, 2010; Cejka et al., 2006).

B. Kits robóticos empleados

Las intervenciones en los centros educativos se implementaron utilizando el robot KIBO (<https://kinderlabrobotics.com/kibo/>) (Figura, 2). Cada escuela adquirió de 1 a 4 unidades de este robot educativo, que luego se usaron en grupos de 4 a 15 estudiantes. KIBO es el resultado de 15 años de investigación en KinderLab Robotics en Tufts University (Sullivan, Elkin, & Bers, 2015), y está diseñado para niños de 4 a 7 años. Los niños crean programas a través de la concatenación de cubos de madera, cada uno representando una instrucción y con pictogramas marcados con códigos de barras. Posteriormente, los niños escanean la secuencia de instrucciones con el lector de códigos de barras en el cuerpo del robot, y KIBO actúa de acuerdo con las instrucciones dadas. KIBO también permite la incorporación de varios tipos de sensores (luz, sonido y distancia) y actuadores (motores, bombilla de luz).



Figura 2: Sesión de robótica con KIBO en una de las escuelas del estudio

KIBO, es más costoso que otros kits robóticos dirigidos a niños de estas edades como el popular Bee-Bot (una unidad cuesta unos 400 eur. frente unos 80 eur. que costaría una unidad de Bee-Bot) pero dispone de ventajas únicas como una programación tangible mediante bloques de madera y sin necesidad de ordenador ni comprensión lectora. También dispone de sensores, lo que ofrece la posibilidad realizar un gran número de actividades interdisciplinarias.

La base científica detrás de esta herramienta, así como su robustez y la amplia gama de actividades pedagógicas interdisciplinarias que permite, disponibles en la web y revistas especializadas (<http://resources.kinderlabrobotics.com>), fueron decisivas para su uso en este estudio. Del mismo modo, vemos el beneficio de tener bloques manipulables, lo que haría de KIBO una mejor opción que las tabletas o pantallas de ordenador a edades tempranas (Resnick, 1998).

C. Metodología para evaluar el acompañamiento

El acompañamiento a las escuelas ha sido evaluado con un enfoque de investigación mixto, combinando elementos cuantitativos y cualitativos para evaluar el aprendizaje de maestros y alumnos. Es adecuado para estudios de muestras pequeñas (menos de 10), como el nuestro, y se ha aplicado con éxito en estudios anteriores en contextos educativos ricos en tecnología. El aspecto cuantitativo del enfoque consiste en cuestionarios a los maestros al inicio y fin del acompañamiento y en evaluaciones de aprendizaje de los alumnos basados en listas de criterios de evaluación del Positive Technological development Engagement Checklist (PTD), que evalúa aspectos como comunicación (CA1), colaboración (CA2), creación de contenido –programación y montaje ingenieril- (CA3), creatividad (CA4), y conducta (CA5) (Bers, 2010). El aspecto cualitativo del enfoque consiste en observaciones del desempeño de los maestros durante las sesiones, y en los comentarios de los maestros en el soporte en línea después de la sesión impartida, así como entrevistas al final del acompañamiento. Una descripción más detallada de la metodología de evaluación se haya en Jurado (2017).

D. Aprendizaje de los maestros

Tomando como referencia las observaciones llevadas a cabo en las escuelas, así como el número de respuestas en el soporte en línea, los maestros demostraron ser comunicativos, especialmente en las sesiones cara a cara. Los coordinadores de la etapa también adoptaron una actitud cercana, construyendo puentes con el equipo directivo e interviniendo activamente en la difusión de la experiencia en diferentes medios. La actitud del equipo directivo de cada escuela fue decisiva para la capacitación. El interés inicial de los maestros respondió estrechamente a la actitud positiva del director de la escuela con respecto a la promoción de la robótica en el centro educativo. Este hecho está de acuerdo con Thibaut, Knipprath, Dehaene, & Depaepe (2018), que demostraron que el apoyo administrativo es uno de los factores más importantes del contexto escolar para integrar la educación STEM en el currículo.

En base a los cuestionarios completados al final de la capacitación, los maestros consideraron que el acompañamiento fue cercano (promedio de 4.75 sobre 5, $N = 4$) y útil (4.75/5), y se sintieron confiados con el uso de KIBO (4.25/5) o con el diseño de unidades didácticas relacionadas (4/5). Todos los maestros obtuvieron resultados similares, independientemente de sus habilidades de programación inicial o su interés inicial. Estos resultados son similares a los obtenidos en la prueba piloto (Jurado, 2017), donde los resultados variaron de 3.8 a 5 con una muestra de 5 maestros y un cuestionario final similar. Además, durante la capacitación se observaron cambios significativos en la actitud de los maestros, desde el miedo y la frustración iniciales hacia la confianza y el empoderamiento.

Los maestros sintieron que el aprendizaje de los estudiantes en robótica y STEAM a lo largo del año escolar en parte cumplió con las expectativas iniciales (3.75/5). Una mejor explicación de las expectativas del aprendizaje esperado de los estudiantes en la reunión inicial con la escuela podría haber mejorado esta puntuación. Finalmente, se destaca que el acompañamiento fomentó solo parcialmente que los maestros replantearan su práctica docente (3.00/5). Dos factores pueden afectar este último valor: i) es la primera vez que los maestros de nuestro estudio recibieron una capacitación como la presentada y lleva tiempo reflexionar sobre un cambio en su *modus operandi*, ii) el modelo educativo actual en general no favorece los espacios temporales de reflexión para provocar cambios significativos en las prácticas docentes.

Tres de cada cuatro maestros diseñaron una sesión extra final con el robot. La sesión que diseñaron no solo incluyó tecnología, sino que ésta fue integrada en los contenidos de aprendizaje. Las sesiones diseñadas, sin embargo, fueron eficientes pero no disruptivas; la capacitación fue más bien una herramienta para empoderar a maestros, para familiarizarlos con prácticas de la enseñanza de la robótica reconocidas en la literatura científica, y para aumentar la confianza en la integración de la robótica en su práctica diaria.

En resumen, los maestros de escuela calificaron positivamente disponer del apoyo de EduEnginy – Campus La Salle (URL) y comenzaron a integrar tecnologías robóticas en su práctica educativa. Estos resultados concuerdan con estudios que muestran las ventajas de usar partenariados de profesores en el aula (Giamellaro & Siegel, 2018). La metodología presentada es muy diferente a muchos talleres para profesores, condensados al final del año académico, y donde el maestro es más bien un receptor pasivo. En este estudio, los profesores actuaron de receptor activo y tuvieron que desarrollar sus habilidades en el área de robótica cuando más lo necesitaban: en el aula y durante el año académico.

E. Aprendizaje de los alumnos

La evaluación del aprendizaje de los alumnos se basa en los datos recopilados en cinco grupos de quince alumnos de 4 a 6 años de tres escuelas diferentes en Cataluña y cuatro profesores (N = 75). Los datos se obtuvieron en tres puntos de control: inicio y fin del año escolar y en la sesión 10. Los datos son limitados porque a edades tempranas la evaluación de los alumnos se basa en gran medida en las observaciones de los docentes y también porque para los docentes de apoyo universitario era difícil medir simultáneamente el aprendizaje de los alumnos y de los maestros.

Los resultados (Tabla 1) muestran una calificación promedio de 6.8 en la prueba de la sesión 10, una calificación promedio que varía de 7.1 a 7.7 en los criterios de evaluación de la PTD final, y una mejora de todos los criterios de evaluación con respecto a la PTD inicial (aumento promedio de los criterios de evaluación de la PTD de 0,1 a 0,3 puntos sobre 10). El mayor incremento se produjo en la conducta (aumento de 0,3), seguido por la creatividad, la creación de contenido, la comunicación y la colaboración (aumentos de 0,1). El análisis de los aumentos del primer y tercer cuartil de cada grupo de estudiantes (Q1 y Q3) revela tendencias interesantes: los niños con calificaciones más bajas (Q1) mejoraron especialmente en conducta y creatividad y no mejoraron en colaboración y comunicación; niños con calificaciones más altas (Q3), en cambio, mejoraron en colaboración, comunicación, creatividad y disminuyeron en creación de contenido. Los menores aumentos en la comunicación y la colaboración pueden explicarse a partir del momento evolutivo de los niños en estas edades. Están desarrollando su autonomía y el trabajo es en general más individual que no colectivo. Sin embargo, debemos tener en cuenta que el sesgo también podría deberse a una evaluación inicial inexacta de algunos alumnos, que, al ser muy inteligentes en matemáticas, el profesor atribuyó que tendrían talento en robótica.

Por otro lado, los resultados muestran diferencias de hasta dos puntos sobre diez entre un maestro y otro (Tabla 1). Para comprender estas diferencias, hemos analizado las correlaciones entre diversas variables representando las calificaciones de los estudiantes (calificaciones de los alumnos en la sesión 10 (S1), criterios de evaluación de la PTD final del alumno (S2), aumento de los criterios de evaluación de la PTD final frente a la inicial (S3)) y diversas variables relacionadas con los maestros de escuelas (desempeño del maestro durante el acompañamiento (Tp), el nivel inicial de la capacidad de programación (Tb) y el interés inicial para recibir apoyo (Ti)).

El gráfico pseudocolor de los coeficientes de correlación ha indicado correlaciones positivas entre S1, S2, S3 y Tp y Ti, con la correlación más fuerte entre S2 y Ti ($p < 0.05$). Además, Tb y Tp, S1 y S2 han mostrado correlaciones negativas, con Tp y Tb siendo su correlación negativa estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Tampoco se ha observado dependencia significativa entre algunas variables, por ejemplo, entre S3, Tp y Tb. Así pues, se ha inferido que las calificaciones de los estudiantes fueron más altas para las clases en las que los maestros mostraron un mayor interés inicial en el apoyo. Además, los maestros con habilidades de programación más bajas tendieron a tener un mejor desempeño en el acompañamiento. Esas conclusiones deben tomarse con cierta precaución debido a la cantidad limitada de datos recopilados, pero indican tendencias interesantes que deben tomarse en cuenta para futuros programas de capacitación.

Finalmente, se recogieron varias observaciones importantes fruto de entrevistas con los maestros: i) la robótica ayudó a todos los alumnos en sus habilidades de resolución de problemas, ii) los grupos pequeños de 15 alumnos fueron más adecuados que grupos grandes de 30 estudiantes durante la sesión robótica, iii) actividades psicomotrices y las relacionadas con montaje tuvieron éxito entre los alumnos, iv) actividades que involucraron diseño de programas y patrones repetitivos presentaron mayores dificultades, v) el aprendizaje colaborativo fue complejo de implementar ya que algunos alumnos monopolizaron el robot, vi) fue difícil para los maestros evaluar el nivel inicial del criterio de evaluación de "creación de contenido" al comienzo de la capacitación. Esto último podría explicar en parte las diferencias de aumento de criterios de evaluación entre los alumnos de Q1 y Q3.

El aumento de las habilidades de resolución de problemas observadas en los estudiantes está alineado con los resultados de investigaciones anteriores que indican que el uso de la robótica puede conducir a una mejora en las habilidades de resolución de problemas (Benitti, 2012).

Tabla 1: Calificaciones promediadas para cada grupo de quince estudiantes (N = 75). La escala de calificación varía de 1 a 10, siendo 10 la más alta. También se presentan el primer y tercer cuartil promediado del grupo de estudiantes (Q1 y Q3).

Grupo Alumnos	Escuela	Profesor	Test S10	Criterios de Evaluación Final PTD					Incremento (PTD Final - PTD Inicial)				
				CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5
1	1	Maestro1	8.3	7.1	7.0	7.3	7.4	8.3	0.7	0.6	0.5	0.7	1.5
2	1	Maestro2	3.9	5.9	5.8	6.0	5.8	7.2	-0.2	-0.5	0.1	-0.2	0.1
3	2	Maestro3	7.4	6.3	6.6	6.6	6.5	6.7	-0.4	0.4	-0.2	-0.3	-0.3
4	3	Maestro4	6.3	8.1	7.7	8.0	8.4	8.1	0.1	-0.4	0.0	0.4	-0.1
5	3	Maestro4	8.0	8.5	8.3	8.3	7.8	8.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3
PROMEDIO			6.8	7.2	7.1	7.2	7.2	7.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
PROMEDIO Q1			5.6	5.9	5.8	6.4	6.9	7.5	-0.7	-0.4	0.2	0.7	0.9
PROMEDIO Q3			9.0	8.0	8.1	8.1	8.3	8.4	0.2	0.3	-0.3	0.2	0.0

5. CONCLUSIONES

Hemos presentado la metodología y los resultados del acompañamiento a 3 maestros de Infantil en 4 escuelas durante el año escolar 2017/2018 para introducir la robótica en el aula. En base a las respuestas de los cuestionarios, la aceptación y utilidad de la capacitación fue positiva. Los profesores sintieron que habían aprendido sobre el robot usado (KIBO) y se sintieron competentes para crear unidades didácticas relacionadas. Su desempeño en el acompañamiento fue más fructífero para los más interesados inicialmente (independientemente de sus habilidades iniciales de programación), y también se reflejó en mejores resultados en la evaluación a los estudiantes. La metodología de acompañamiento presentada es innovadora, especialmente en un contexto donde los maestros reciben numerosos talleres en los que tienden a actuar como aprendices pasivos y no activos.

Las actividades de enseñanza y aprendizaje diseñadas han añadido componentes éticos y psicosociales a los componentes cognitivos que tradicionalmente se han empleado en la evaluación del aprendizaje en áreas de ciencias de la computación y tecnología. Han fomentado una formación integral del alumnado y el aprendizaje interdisciplinario en STEAM. Destacamos el éxito de las actividades psicomotrices y de montaje de robots. En cambio, las actividades que implicaron un uso abstracto de conceptos computacionales, han presentado mayor dificultad.

La experiencia presentada aquí señala pautas interesantes para reproducir el acompañamiento formativo en otras escuelas. Con respecto a la metodología de capacitación docente, sugerimos asignar más recursos a los maestros con mayor interés inicial. Los mejores profesores serían aquellos que tengan aspectos didácticos y metodológicos mejor integrados, no siempre los mejores programadores. Con respecto a las prácticas pedagógicas con los estudiantes, sugerimos mejorar la precisión de la evaluación inicial de los estudiantes para que sea más objetiva, e introducir más puntos de control, así como otras herramientas de evaluación (entrevistas, grabaciones de video). También alentamos nuevas estrategias para promover un aprendizaje más colaborativo entre alumnos: proponemos la creación de "esquinas" o "entornos de aprendizaje" en el aula, donde los niños podrían trabajar en parejas o individualmente, en lugar de grupos más grandes. Es fascinante observar cómo la robótica puede incidir en el aprendizaje de los alumnos en edades tempranas, tanto como elemento motivador, como elemento articulador para fomentar el aprendizaje STEAM.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por La Salle Campus Barcelona (URL) y Pedagogía La Salle Catalunya mediante el proyecto EduEnginy. También se dispuso del soporte de Secretaria d'Universitats i Recerca del Departament d'Empresa i Coneixement de la Generalitat de Catalunya con la ayuda 2017 SGR 934. Agradecemos el apoyo y la confianza expresados por los profesores que participaron en este estudio.

REFERENCIAS

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers and Education*, (58), 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics Program: Applied Computational Thinking for Young Children. *Early Childhood Research and Practice*, 12(2), 1-20.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education - Implications for policy and practice*. EUR 28295 EN; <https://doi.org/10.2791/792158>
- Cejka, E., Rogers, C., & Portsmore, M. (2006). Kindergarten Robotics : Using Robotics to Motivate Math , Science , and Engineering Literacy in Elementary School. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 711-722.
- Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament. (2016). Currículum i orientacions Educació Infantil, segon cicle. *Decret 101/2010*, 116. Disponible en <http://ensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/colleccions/curriculum/curriculum-infantil-2n-cicle.pdf>
- Giamellaro, M., & Siegel, D. R. (2018). Coaching teachers to implement innovations in STEM. *Teaching and Teacher Education*, 76, 25-38. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.08.002>
- Jurado, E. (2017). Aprenentatge STEAM social en edats primerenques amb plataformes robòtiques. In II Simposi sobre Innovació Pedagògica i Noves Tecnologies. La Salle Campus Barcelona (URL) (pp. 39-43). ISBN: 978-84-697-4182-5.
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Resnick, M. (1998). Technologies for Lifelong Kindergarten.pdf. *Educational Technology Research and Development*, 46(4), 1-18.
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education.

Teaching and Teacher Education, 71, 190-205.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.12.014>

Sullivan, A., Elkin, M., & Bers, M. U. (2015). KIBO Robot Demo: Engaging Young Children in Programming and

Engineering. *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '15*, 418-421. <https://doi.org/10.1145/2771839.2771868>.