

Universidad de Huelva

Departamento de Educación



Pensamiento computacional y robótica en educación infantil: una propuesta metodológica inclusiva

**Memoria para optar al grado de doctora
presentada por:**

Carina Soledad González González

Fecha de lectura: 15 de junio de 2020

Bajo la dirección de los doctores:

María Dolores Guzmán Franco

Alfonso Infante Moro

Huelva, 2020



Universidad de Huelva

Departamento de Educación



Pensamiento computacional y robótica en educación infantil: una propuesta metodológica inclusiva

**Memoria para optar al grado de doctora
presentada por:**

Carina Soledad González González

Bajo la dirección de los doctores:
María Dolores Guzmán Franco
Alfonso Infante Moro

Huelva, 2019



Pensamiento computacional y robótica en educación infantil: una propuesta metodológica inclusiva

Universidad de Huelva



TESIS DOCTORAL

Programa Oficial de Doctorado:

Línea de investigación:

Doctoranda:

Carina Soledad González González

Dirigida por:

Dra. María Dolores Guzmán Franco

Dr. Alfonso Infante Moro

Huelva, Diciembre de 2019

DECLARACIÓN

Por la presente declaro que, excepto cuando se haga referencia específica al trabajo de otros, el contenido de esta disertación es original y no se ha presentado en su totalidad o en parte para su consideración para ninguna otra titulación en ésta o cualquier otra universidad.

Esta investigación es mi propio trabajo y contiene los resultados de la colaboración con otros investigadores especificados en el texto y los reconocimientos y contribuciones resultantes de esta tesis en revistas y conferencias internacionales.

Esta tesis ha sido desarrollada en la Universidad de Huelva bajo el programa de Doctorado en Ciencias Sociales y Educación.

Carina Soledad González González
Diciembre de 2019

CONTRIBUCIONES DE LA TESIS DOCTORAL

Las contribuciones de esta tesis se publicaron previamente en las siguientes conferencias revisadas por pares y en revistas indexadas que se enumeran a continuación:

Revistas ISI-JCR (Thomson Reuters) / SCOPUS

1. Bers , M. U., González González, C., & Armas Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education* 138, 130 145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>. (indexada en SSCI, IF 5.627, Q1, ISSN: 0360-1315)
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519300995>
2. González González, C. S., Guzmán Franco, M. D., & Infante Moro, A. (2019). Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review *Sustainability* 11 (10), 2910 . DOI: <https://doi.org/10.3390/su11102910> (indexada en SSCI, IF 2.592, Q2, ISSN: 2071-1050)
Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/10/2910>
3. González González, C. S., Herrera González, E., Moreno Ruiz, L., Reyes Alonso, N., Hernández Morales, S., Guzmán Franco, M. D., & Infante Moro, A. (2019, June). Computational Thinking and Down Syndrome: An Exploratory Study Using the KIBO Robot. In *Informatics* (Vol. 6, No. 2, p. 25). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. DOI: <https://doi.org/10.3390/informatics6020025>.
Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9709/6/2/25> .Indexed SCOPUS
4. González-González C. Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil. *Education in the Knowledge Society (EKS)* [Internet]. 25 Jul 2019; 20(0): 15.
Indexada en SCOPUS y Emerging Sources Citation Index.
Disponible en: <http://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/21210>

Congresos internacionales

5. González-González, C. S., González, E. H., Ruiz, L. M., Infante Moro, A., & Guzmán Franco, M. D. (2018, October). Teaching computational thinking to Down syndrome students. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'18)*, Francisco José García-Peñalvo (Ed.). ACM, New York, NY, USA, 18-24. doi: <https://doi.org/10.1145/3284179.3284191>
Indexada en Web of Science. (*) **Best Paper Track “Computational Thinking”**
Disponible en: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3284191>
6. González-González, C. S., Cáceres-García, L., & Violant-Holz, V. (2019, October). Bringing Computational Thinking to Hospital Classrooms. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 31-35). ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/3362789.3362908>
Indexada en Web of Science. (*) **Best Paper Track “Computational Thinking”**
Disponible en: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3362908>

7. González C. & Aller G. (2018). Maker movement in Education: Maker mindset and Makerspaces. IV Jornadas de Interacción Persona Ordenador. Universidad del Cauca. Colombia. **(*) Best Paper.**

Capítulo de Libro:

González C. & Aller G. (2019). Maker movement in Education: Maker mindset and Makerspaces. In Book "Ingeniería colaborativa, aplicaciones y usos desde la perspectiva de la Interacción Humano-Computador". Jurado J.L., Collazos C.A y Muñoz F. (Eds). Editorial Buenaventuriana. ISBN 978-958-8414-57-9. Octubre de 2019. Colombia. pp. 297-207.

Otras revistas indexadas:

González González, C. S. (2019). Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva. Revista Interuniversitaria De Investigación En Tecnología Educativa, (7). <https://doi.org/10.6018/riite.405171>

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi gratitud a todas las personas que me han apoyado en este camino hacia la conclusión de este trabajo de tesis doctoral, que han estado a mi lado durante este arduo proceso.

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis directores, la Dra. María Dolores Guzmán Franco y el Dr. Alfonso Infante Moro, quienes siempre han estado allí para darme su guía, dedicar su valioso tiempo y ofrecerme su dedicación y apoyo, que han sido fundamentales para llevar a cabo esta tesis doctoral. Sin su ayuda, no hubiera sido posible llegar aquí y su acompañamiento ha sido inmejorable.

Además, me gustaría agradecer especialmente a Marina Umaschi Bers, quien me inspiró en todos los sentidos, especialmente en creer que el pensamiento computacional es una alfabetización clave que todas las personas deben aprender, comenzando a edades tempranas. Cuando la conocí en 2015, me abrió un nuevo horizonte para seguir. Este momento fue el comienzo de esta tesis. Luego, me gustaría extender el agradecimiento al grupo de investigación DEVTECH de Tufts University, a Amanda Sullivan, Amanda Strawhacker, Emily Relkin y a todos los miembros del excelente equipo con el que tuve el privilegio de trabajar.

Por otro lado, me gustaría agradecer a todas las personas con las que colaboré y realicé los diferentes estudios de los que se compone la tesis, especialmente a María Belén Armas Torres, Pablo Torres Carrión, Erika Herrera González y Lorena Cáceres García. A las escuelas que han participado, a sus equipos directivos, profesorado y alumnado, a los y las investigadores que han participado en los estudios, al equipo docente de las aulas hospitalarias de Canarias, a los menores hospitalizados y sus familias y a la Asociación de Síndrome de Down de Tenerife y sus excelentes profesionales, así como las personas que forman parte de él. Su participación y apoyo ha sido invaluable para esta tesis doctoral.

Finalmente, gracias a mi familia, Joaquín, Nazaret y Gonzalo por su gran paciencia, comprensión y amor, y ¡por acompañarme siempre en cada aventura!

¡Muchas gracias a todos!

RESUMEN

Aprender a programar es la nueva alfabetización del siglo XXI. El pensamiento computacional, estrechamente relacionado con la programación, requiere pensar y resolver problemas con diferentes niveles de abstracción y es independiente de los dispositivos de hardware.

La etapa de educación infantil brinda a los docentes la oportunidad de sentar las bases para una formación integral de calidad mediante el uso de herramientas innovadoras y el uso de tecnologías. La robótica educativa en la educación infantil se convierte en una herramienta que facilita la adquisición de conocimiento a los niños y niñas, de una manera lúdica, basada en los principios de interactividad, interrelaciones sociales, trabajo colaborativo, creatividad, aprendizaje constructivista y construccionista y un enfoque didáctico centrado en el estudiante, permitiendo a su vez que los estudiantes puedan adquirir competencias digitales y desarrollar el pensamiento lógico y computacional de manera subyacente.

Esta tesis doctoral explora el estado actual de la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento computacional y la programación en educación infantil de una manera inclusiva. La tesis está compuesta por varios estudios sobre las tecnologías que se han utilizado en la educación infantil, el enfoque pedagógico detrás de ellas y la integración de estas habilidades fundamentales en los currículos y en las aulas. Además, la falta de diversidad y la desigualdad son particularmente latentes en el contexto de los campos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), por ello, en este trabajo se tiene en cuenta este problema y se presenta un enfoque inclusivo de esta nueva alfabetización con personas con síndrome de Down y menores hospitalizados.

Finalmente, esta tesis evalúa diferentes experiencias educativas aplicando una propuesta educativa basada en el movimiento “maker”, el marco de Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD), la educación inclusiva y el aprendizaje a través del juego, utilizando un robot tangible (KIBO) y presentando enfoques educativos inclusivos y flexibles, en contextos formales e informales (escuela y hospital) con estudiantes y sus docentes. Los resultados de estas experiencias revelaron un impacto positivo en el aprendizaje de competencias digitales, comportamientos y estado emocional de los estudiantes.

ABSTRACT

Learning to program is the new literacy of the 21st century. Computational thinking, closely related to programming, requires thinking and solving problems with different levels of abstraction and is independent of hardware devices.

The initial education stage provides an opportunity for teachers to lay the foundations for comprehensive quality training through the use of innovative tools and the use of technologies. Educational robotics in early childhood education becomes a tool that facilitates the acquisition of knowledge to children in a playful way, based on the principles of interactivity, social interrelations, collaborative work, creativity, constructivist and constructionist learning, and the student-centered didactic approach, allowing them, in turn, to acquire digital skills and the development of logical and computational thinking in an underlying way. Besides, technologies are integrated into the daily lives of people and European households have mobile devices, tablets, game consoles, robots, etc.

This doctoral thesis explores the current state of teaching and learning computational thinking and programming in childhood education in an inclusive way. The thesis is composed of several studies about the technologies that have been used in childhood education, the pedagogical approach behind them and the integration of these fundamental skills into formal and official curriculums and classrooms. Also, lack of diversity and inequality are particularly latent in the context of the fields of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), this work takes into account this and present an inclusive approach of this new literacy with people with Down syndrome and hospitalized minors.

Finally, this thesis evaluates different educational experiences applying an educative proposal based on the maker movement, the Positive Technological Development (PTD) framework, the inclusive education, and the learning through play, using a tangible robot (KIBO) and presenting inclusive and flexible educative approaches in formal and informal contexts (school and hospital) with students and their teachers. The results of these experiences revealed a positive impact in the learning of digital skills, behaviors and emotional state of students.

ÍNDICE

PREFACIO	1
Pensamiento computacional, programación y robótica	1
Objetivos y organización	2
Referencias.....	5
 CAPÍTULO 1. PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y ROBÓTICA EN LA EDUCACIÓN INFANTIL: UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE	 9
Resumen.....	10
Introducción	11
Conceptos fundamentales: pensamiento computación, programación y codificación.....	12
Principales iniciativas de enseñanza del pensamiento computacional	15
Herramientas para la enseñanza de la programación en la educación infantil.....	17
Estrategias pedagógicas para la enseñanza de la programación en la educación infantil	21
Conclusiones.....	23
Referencias.....	24
 CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS TANGIBLES PARA LA EDUCACIÓN INFANTIL Y PRINCIPALES ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS	 31
Resumen.....	32
Introducción	33
Revisión sistemática de las tecnologías tangibles y estrategias utilizadas en la educación infantil	34
Resultados	37
Conclusiones.....	44
Referencias.....	45
 CAPÍTULO 3. ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y USO EFECTIVO DE TECNOLOGÍAS EN EDUCACIÓN INFANTIL: UN CASO DE ESTUDIO	 49
Resumen.....	50
Introducción	51
Fundamentos.....	52
Propuesta educativa.....	58
Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y la programación: caso de estudio en la educación infantil	61

Resultados	66
Conclusiones.....	69
Referencias.....	70
CAPÍTULO 4. PROPUESTA INCLUSIVA DE LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA PROGRAMACIÓN: UN CASO DE ESTUDIO CON ESTUDIANTES CON SÍNDROME DE DOWN	79
Resumen.....	80
Introducción	81
Fundamentos.....	81
Propuesta inclusiva de la enseñanza del pensamiento computacional y la programación: caso de estudio con estudiantes con síndrome de Down.....	83
Resultados	87
Conclusiones.....	91
Referencias.....	92
CAPÍTULO 5. PROPUESTA INCLUSIVA DE LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA PROGRAMACIÓN: UN CASO DE ESTUDIO EN AULAS HOSPITALARIAS	97
Resumen.....	98
Introducción	99
Fundamentos	100
Propuesta inclusiva de la enseñanza del pensamiento computacional y la programación: caso de estudio con estudiantes aulas hospitalarias	105
Resultados	107
Conclusiones.....	112
Referencias.....	113
CONCLUSIONES	121
CONCLUSIONS	126
ANEXOS	143

PREFACIO

Pensamiento computacional, programación y robótica

La etapa de educación inicial brinda a los docentes la oportunidad de sentar las bases para una capacitación integral de calidad mediante el uso de herramientas innovadoras y el uso de tecnologías (Misirli y Komis, 2014; Sullivan y Bers, 2016; Resnik, 2017; Manches y Plowman, 2017). En este sentido, la robótica educativa en la educación infantil se convierte en una herramienta que facilita la adquisición de conocimiento a los niños y niñas de una manera lúdica, basada en los principios de interactividad, interrelaciones sociales, trabajo colaborativo, creatividad, aprendizaje constructivista y constructivista y el aprendizaje centrado en el estudiante. enfoque didáctico (Bers, 2008; Lee, Sullivan y Bers, 2013; Öztürk y Calingasan, 2018), lo que les permite a su vez adquirir habilidades digitales y el desarrollo del pensamiento lógico y computacional (Wing, 2006; Bender, Urrea y Zapata- Ros, 2015; Román-González, 2016) de manera subyacente.

La base teórica de este trabajo se basa en dos teorías principales: el constructivismo de J. Piaget (1971) y el construccionismo de S. Papert (1980). La filosofía educativa de Papert comienza con el constructivismo de Piaget, pero agrega que la construcción de un nuevo aprendizaje es más eficiente cuando el estudiante lo elabora mediante objetos tangibles con alguna representación significativa para ellos: éste es el origen del método de "aprender haciendo" (o en inglés "learning by doing") (Papert, 1980; Ackermann, 2001). En consecuencia, los robots son una muy buena herramienta para explorar la filosofía construccionista porque permite aprender mediante la construcción, a través de la experiencia.

Otra área central de este trabajo es llevar al aula la educación STEM (en inglés: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), en particular, en el nivel educativo de infantil y en entornos inclusivos (Cejka, Rogers y Portsmore, 2006; Sullivan y Bers, 2017). Este trabajo sigue un enfoque inclusivo, siguiendo algunos estudios que destacan la importancia de revelar este tipo de conocimiento a los niños y niñas a edades tempranas evitando la formación de estereotipos (Elkin, Sullivan y Bers, 2014).

Una revisión de la literatura 2003-2009 solicitó formas más innovadoras de vincular la alfabetización, la tecnología y el aprendizaje, ya que los textos digitales y la tecnología se entrelazan con las habilidades de alfabetización temprana (Burnett, 2010; Van Kleeck y Schuele, 2010). Por lo tanto, es necesario ver cómo abordar la enseñanza de la tecnología y la programación de una manera temprana e innovadora (Jung & Won, 2018). Además, las investigaciones sobre cómo enseñar el pensamiento computacional a personas con discapacidades cognitivas o con necesidades de aprendizaje específicas aún son escasas.

En consecuencia, esta investigación tiene como objetivo contribuir en el estudio de cómo esta nueva alfabetización se está introduciendo en las escuelas (fundamentos

pedagógicos, estrategias, herramientas, regulaciones), en particular utilizando las tecnologías tangibles en la educación infantil, para luego proponer un método educativo que permita incorporar el pensamiento computacional de una manera inclusiva. Por lo tanto, esta tesis doctoral aborda el análisis sistemático de las principales iniciativas relacionadas con el pensamiento computacional en las escuelas de infantil, el uso de herramientas específicas, como kits de robótica o entornos de programación educativa, y las principales estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas en la educación infantil (3-6 años). Asimismo, después de la revisión, se ha propuesto un método educativo para la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento computacional, adaptado a los contextos locales (Canarias, España) y particulares (Aulas Hospitalarias) así como también para necesidades de aprendizaje específicas y especiales (síndrome de Down). Esta propuesta ha sido validada en diferentes escuelas e instituciones, incluidas las que requieren adaptación de acuerdo con las necesidades especiales y/o específicas de la población de estudio (personas con síndrome de Down y menores hospitalizados).

Objetivos y organización

Los principales objetivos de investigación de esta tesis doctoral pretenden dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- O1. ¿Cómo se aborda la introducción del pensamiento computacional y la robótica educativa en el sistema educativo a nivel nacional e internacional? Y específicamente, conocer la situación actual de esta competencia en educación infantil y las diferentes herramientas y metodologías existentes para su enseñanza.
- O2. ¿Cómo interactúan los niños y las niñas en edades tempranas con las tecnologías?
- O3. ¿Qué conceptos y habilidades de pensamiento computacional e ingeniería aprenden los niños y niñas a través de la robótica? y ¿Qué comportamientos positivos desarrollan los niños y niñas de edades tempranas en entornos de aprendizaje con robótica educativa?
- O4. ¿Cómo integran los docentes y maestras la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional en las actividades curriculares? ¿Qué necesidades de capacitación tienen sobre éste tema?
- O5. ¿Cómo desarrollar una propuesta para la enseñanza inclusiva del pensamiento computacional utilizando la robótica educativa para personas con necesidades educativas específicas y especiales, específicamente para personas con síndrome de Down y menores hospitalizados?

Para el logro de los objetivos propuestos en la tesis doctoral se propuso una metodología que se divide en diferentes fases. En la primera fase se realiza una revisión de la literatura para analizar el estado del arte en términos de los temas centrales de la investigación y en las siguientes fases, se sigue un enfoque metodológico mixto cuasi-

experimental para la intervención en centros educativos y con análisis de casos, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas en contextos de atención a la diversidad, como las aulas hospitalarias y la atención educativa a personas con síndrome de Down (Figura 1).



Figura 1. Fases de la metodología utilizada en la tesis doctoral. Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos a través de las diversas técnicas utilizadas, nos han permitido ampliar nuestro conocimiento sobre cómo abordar el fenómeno de la introducción de la enseñanza de programación y el pensamiento computacional en edades tempranas en las escuelas, así como hacer una propuesta de intervención de enseñanza-aprendizaje inclusivo de esta nueva competencia en contextos de atención a la diversidad.

En la Fase 1, se analizaron las principales iniciativas relacionadas con el pensamiento computacional en las escuelas, el uso de herramientas específicas, como kits de robótica o entornos de programación educativa, y las principales estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas en la educación infantil. Este fue el Estudio 1 y ha sido publicado previamente en González-González (2019). Además, se realizó una revisión sistemática sobre la literatura científica publicada sobre el uso de tecnologías tangibles en la educación infantil, a fin de:

- identificar qué tecnologías tangibles se han utilizado;
- reconocer los propósitos y usos educativos de estas tecnologías y
- presentar una síntesis de la evidencia empírica disponible sobre su efectividad educativa.

Para cada artículo incluido en la revisión, se analizó el propósito del estudio, el tipo de tecnología tangible utilizada, el método de investigación aplicado, las características de la muestra y los principales resultados observados. Éste análisis sistemático conformó el Estudio 2, que ha sido publicado previamente en González, Guzmán e Infante (2019).

En la Fase 2, se han estudiado los conceptos, habilidades y comportamientos relacionados con el aprendizaje del pensamiento computacional en la educación infantil. Además, se han analizado diferentes métodos y estrategias para integrar la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional en las actividades curriculares. Además, se ha adaptado una propuesta educativa validada previamente por Bers y Sullivan (2017) a la educación infantil de Canarias. Luego, esta propuesta ha sido evaluada en varias escuelas de Tenerife. Por lo tanto, el Estudio 3 evalúa una experiencia de enseñanza de la programación como un juego en línea con el marco de Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD) con el kit de robótica KIBO, especialmente diseñado para niños y niñas pequeños. Esta investigación se realizó con estudiantes preescolares de 3 a 5 años ($n = 172$) de tres centros canarios infantiles con diferentes características socioeconómicas y el profesorado de 16 clases. Los resultados confirman que es posible comenzar a enseñar esta nueva alfabetización a edades tempranas (desde los 3 años de edad). Este trabajo conformó el estudio 3, el cual fue publicado previamente en Bers, González y Armas (2019).

En la Fase 3, se hicieron varias adaptaciones a la propuesta validada anteriormente para crear un método inclusivo que permitiera llevar las nuevas alfabetizaciones (particularmente, el pensamiento computacional y la codificación) a los estudiantes con necesidades de aprendizaje específicas o especiales. Luego, la propuesta inclusiva fue validada en contextos reales. Por lo tanto, en el Estudio 4 se realizó un estudio exploratorio con estudiantes con síndrome de Down con edades cognitivas de 3 a 6 años, utilizando un robot tangible llamado KIBO. Aplicamos en este estudio el método de observación para analizar durante las sesiones los estados emocionales, el compromiso y la comprensión de las secuencias de programación. Los resultados mostraron que las personas con discapacidades cognitivas pueden adquirir habilidades básicas de programación y computación utilizando robots tangibles. Este estudio fue publicado previamente en González et al. (2019). Además, en el Estudio 5, se ha desarrollado un estudio de caso exploratorio sobre una intervención educativa que es inclusiva y adaptable a las características de las aulas del hospital para enseñar el pensamiento computacional transversal y la programación sin pantallas y robots, incluido el trabajo con emociones. En este estudio, 22 niños participaron en cinco sesiones desarrolladas en el aula de un hospital. Los resultados indicaron que la intervención ha mejorado el estado emocional de los niños, así como su conocimiento sobre el pensamiento computacional. Este estudio fue publicado previamente en González, Cáceres y Violant (2019).

Con respecto a la organización de este documento, la presente tesis doctoral se ha preparado siguiendo una estructura de compendio de trabajos. Luego, el Capítulo 1 presenta las principales ideas y hallazgos del Estudio 1 sobre la revisión de la literatura,

y ha sido publicado en González (2019). El Capítulo 2 presenta una síntesis de los aspectos relevantes encontrados en la revisión sistemática sobre tecnologías tangibles realizada en el Estudio 2 (González, Guzmán e Infante (2019). El siguiente capítulo, Capítulo 3, muestra el resumen del Estudio 3 sobre educación método y su experimentación en escuelas infantiles (Bers, González y Armas, 2019). Después, una síntesis de las principales adaptaciones al método educativo y los principales hallazgos del estudio experimental realizado con estudiantes con síndrome de Down en el Estudio 4 compuso el Capítulo 4 (González et al., 2019). Luego, el Capítulo 5 presenta los puntos principales de la propuesta inclusiva y los resultados de la experimentación en las aulas hospitalarias descritos en el Estudio 5 (González, Cáceres y Violant, 2019). Finalmente, en el Capítulo 6 se presentan las conclusiones junto con las posibles limitaciones de la investigación realizada, así como la propuesta de las futuras líneas de investigación derivadas.

Referencias

- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.
- Bender, W., Urrea, C., & Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento Computacional [Número monográfico]. RED, Revista de Educación a Distancia, 46. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/46/>
- Bers, M. U., González González, C., & Armas Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education* 138, 130-145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>.
- Bers, M. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. New York, NY: Teachers College Press.
- Burnett, C. (2010). Technology and literacy in early childhood educational settings: A review of research. *Journal of Early Childhood Literacy*, 10(3), 247-270.
- 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.
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169.
- González, C. S., Guzmán Franco, M. D., & Infante Moro, A. (2019). Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review *Sustainability* 11 (10), 2910. doi: <https://doi.org/10.3390/su11102910>
- González González, C. S., Herrera González, E., Moreno Ruiz, L., Reyes Alonso, N., Hernández Morales, S., Guzmán Franco, M. D., & Infante Moro, A. (2019, June). Computational Thinking and Down Syndrome: An Exploratory Study Using the KIBO Robot. In *Informatics* (Vol. 6, No. 2, p. 25). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. doi: <https://doi.org/10.3390/informatics6020025>.

- González González, C., González, E. H., Ruiz, L. M., Infante Moro, A., & Guzmán Franco, M. D. (2018, October). Teaching computational thinking to Down syndrome students. In Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'18), Francisco José García-Peñalvo (Ed.). ACM, New York, NY, USA, 18-24. doi: <https://doi.org/10.1145/3284179.3284191>
- González González, C., Cáceres, L. & Violant V. (2019, October). Bringing Computational Thinking to Hospital Classrooms. In Proceedings of the Seven International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. ACM, New York, NY, USA. doi: <https://doi.org/10.1145/3362789.3362908>
- González-González C. (2019). Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil. Education in the Knowledge Society (EKS) [Internet]. 25 Jul 2019; 20(0): 15. Available at: <http://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/21210>
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. Sustainability, 10(4), 905.
- Lee, K., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). Collaboration by design: Using robotics to foster social interaction in Kindergarten. Computers in the Schools, 30(3), 271–281.
- Manches, A., & Plowman, L. (2017). Computing education in children's early years: A call for debate. British Journal of Educational Technology, 48(1), 191-201.
- Misirli, A., & Komis, V. (2014). Robotics and programming concepts in early childhood education: A conceptual framework for designing educational scenarios. In Research on e-Learning and ICT in Education (pp. 99-118). Springer New York.
- Öztürk, H. T., & Calingasan, L. (2018). Robotics in Early Childhood Education: A Case Study for the Best Practices. In H. Ozcinar, G. Wong, & H. Ozturk (Eds.), Teaching Computational Thinking in Primary Education (pp. 182-200). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-5225-3200-2.ch010
- Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. Basic Books, Inc.
- Piaget, J. (1971). Psychology and Epistemology: Towards a Theory of Knowledge. New York: Grossman.
- Resnick, M. (2017). Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers, and Play. MIT Press.
- Román-González M. (2016). Codigofabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas. Tesis doctoral. UNED.
- Sullivan, A., & 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.

- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2017). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*. DOI 10.1007/s10798-017-9397-0.
- Van Kleeck, A., & Schuele, C. M. (2010). Historical perspectives on literacy in early childhood. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 19(4), 341-355.
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM* 49 (3):33-35 (2006).

CAPÍTULO 1.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y ROBÓTICA EN LA EDUCACIÓN INFANTIL: UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

Síntesis del artículo:

González-González C. (2019) Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil. Education in the Knowledge Society (EKS) [Internet]. 25 Jul 2019; 20(0): 15.

Disponible en: <http://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/21210>

Incluido en el Anexo 1

RESUMEN

Aprender a programar es la nueva alfabetización del siglo XXI. El pensamiento computacional, estrechamente relacionado con la programación, requiere pensar y resolver problemas con diferentes niveles de abstracción y es independiente de los dispositivos de hardware. Este capítulo analiza las principales iniciativas relacionadas con el pensamiento computacional en las escuelas, el uso de herramientas específicas, como kits de robótica o entornos de programación educativa, y las principales estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas en la educación infantil.

Palabras clave: Pensamiento computacional, programación, educación infantil.

Introducción

La etapa de educación inicial brinda una oportunidad a los docentes de sentar las bases de una formación integral de calidad mediante la utilización de herramientas innovadoras y la utilización de las tecnologías. En tal sentido, la robótica educativa en la educación infantil se convierte en una herramienta que facilita la adquisición de conocimientos a los niños y niñas de modo lúdico, basándose en los principios de interactividad, las interrelaciones sociales, el trabajo colaborativo, la creatividad, el aprendizaje constructivista y construccionista y el enfoque didáctico centrado en el estudiante, permitiéndoles a su vez la adquisición de destrezas digitales y del desarrollo del pensamiento lógico y computacional de manera subyacente (González-González, Guzmán-Franco y Infante-Moro, 2019).

La teoría del constructivismo creada por J. Piaget y el construccionismo creada por S. Papert se basan en explicar cómo el conocimiento en los individuos es adquirido y desarrollado (Ackermann, 2001). Ambos autores se fundamentan en el hecho de que el verdadero aprendizaje va mucho más del simple hecho de recibir información o de adherirse a las ideas o valores de otras personas, es expresar nuestras ideas al mundo o encontrar nuestra propia voz e intercambiar nuestras ideas con otras personas (Ackermann, 2001). La filosofía educativa construccionista de Papert emerge del constructivismo de J. Piaget pero añade que la construcción de un nuevo aprendizaje es más eficiente cuando los estudiantes se comprometen en la elaboración, por sus propios medios, de un objeto tangible con alguna representación significativa para estos (Papert, 1980). Es lo que llama “aprender haciendo” (Alimisis et al, 2007). Adicionalmente, señala que las ideas son transformadas cuando son expresadas por diferentes medios, en contexto en particular y en la mente de diferentes personas. Por ello, la robótica educativa se presenta como una herramienta propicia para el aprendizaje mediante la filosofía construccionista ya que permite trasladar la experiencia obtenida mediante la interacción de la herramienta con el entorno en un determinado contexto, en ideas que transforman las percepciones y conocimientos previos del niño, dando origen al aprendizaje por construcción a través de la experiencia.

Por otra parte, el STEM (en inglés: Science, Technology, Engineering and Mathematics) es el acrónimo empleado para referirse a los conocimientos en las áreas de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, al que recientemente se le ha agregado una A correspondiente al concepto de las artes para finalmente convertirse en STEAM. Cada vez cobra más fuerza la necesidad de incluir estos conocimientos desde los más tempranos niveles educativos, debido entre otras cosas a la necesidad de que los niños conozcan y comprendan conceptos del mundo altamente tecnificado y sistematizado que les rodea, además de convertirse en uno de los objetivos formativos de la agenda educativa de la Unión Europea, apuntando algunos estudios a la importancia de exponer a los niños y niñas de manera temprana a estos conocimientos a fin de evitar la formación de estereotipos y otros obstáculos para su incorporación a posteriori en éstos campos (Elkin, Sullivan y Bers, 2014).

Una revisión de literatura 2003-2009 pidió formas más innovadoras para unir la alfabetización, la tecnología y el aprendizaje, ya que los textos digitales y la tecnología se entrelazan con las habilidades de alfabetización temprana (Burnett, 2010; Van Kleeck, A., y Schuele, 2010). Por tanto, se hace necesario ver la forma de abordar de forma

innovadora y transversal la enseñanza de la tecnología y la programación en edades tempranas.

Al mismo tiempo, existe una creciente necesidad de una fuerza laboral futura que entienda la tecnología. Dada esta nueva realidad, los programas educativos nacionales y las iniciativas privadas se centran en la alfabetización en STEM y hacen de la programación y el pensamiento computacional una prioridad para la educación (Manches y Ploughma, 2017). Por otra parte, la investigación ha encontrado que las intervenciones educativas en infantil están relacionadas con costos más bajos y efectos más duraderos que las intervenciones educativas que comienzan más adelante (Cunha y Heckman, 2007). Además, algunos estudios demuestran estereotipos basados en el género que involucran carreras STEM (Metz, 2007) y menos obstáculos para ingresar a la fuerza laboral (Madill et al., 2007; Markert, 1996) cuando los niños y niñas están expuestos a STEM en la infancia (Metz, 2007).

Diferentes estudios han demostrado el potencial de la robótica educativa en los primeros años (Bers, 2010; Bers, 2008; Jung y Won, 2018). Algunos de ellos han presentado métodos para implementar un currículo robótico para evaluar las habilidades de pensamiento computacional (Román-González, Pérez-González y Jiménez-Fernández, 2017; Chen et al., 2017), para desarrollar funciones ejecutivas (Di Lieto et al., 2017), las actitudes hacia la sociedad y la ciencia (Kandlhofer y Steinbauer, 2016), y las características tecnológicas de los robots y las interacciones (Burlson et al., 2017; Serholt, 2018). Sin embargo, la investigación sobre robótica y pensamiento computacional en la educación infantil todavía se encuentra en sus primeras etapas (Öztürk y Calingasan, 2018; Ching, Hsu y Baldwin, 2018, pp. 1–11; Guanhua et al., 2017; García-Peñalvo, 2016). Varios estudios se han centrado en aspectos tecnológicos o robots, aspectos de interacción o currículos de robótica, más que en cómo los alumnos se involucran y aprenden y cómo los docentes introducen las nuevas habilidades en sus aulas y currículos (Jung y Won, 2018; Serholt, 2018).

Por todo lo anterior, en éste capítulo se pretende: a) identificar las definiciones de la enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional, de la programación y del STEM/STEAM; b) identificar las principales iniciativas de enseñanza del pensamiento computacional y programación en las etapas de educación infantil; c) identificar los principales kits de robótica educativa y entornos para la enseñanza de la programación y d) analizar los principales enfoques y estrategias metodológicas para la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en educación infantil.

Conceptos fundamentales: pensamiento computacional, programación, codificación

Los términos codificación, programación y pensamiento computacional se usan indistintamente para discutir el desarrollo de habilidades digitales, indispensables para el desarrollo de la ciudadanía del siglo XXI (Bender, Urrea y Zapata-Ros, 2015; Zapata-Ros, 2015), pero no hay un claro consenso sobre los mismos, por lo cual se hace necesario clarificar qué significan éstos términos para nuestro trabajo (ECDL Foundation, 2015):

- *Programación*: es el proceso de desarrollar e implementar instrucciones de forma que se permita a un ordenador ejecutar una tarea, resolver un problema y permitir la interacción con humanos.
- *Pensamiento computacional*: es la aproximación hacia la resolución de problemas mediante el uso de estrategias de descomposición, diseño de algoritmos y abstracción, así como razonamiento lógico. El pensamiento computacional implica formular problemas de una manera que permite el uso de un ordenador para resolverlos; organizando y analizando lógicamente datos, representando datos a través de abstracciones, automatizando soluciones a través de algoritmos. Destacar que, en un estudio reciente, se pone de manifiesto la confusión existente entre los conceptos de programación, robótica y pensamiento computacional y los autores redefinen el concepto de pensamiento computacional como *“la capacidad de formular y representar problemas para resolverlos mediante el uso de herramientas, conceptos y prácticas de la disciplina informática, como la abstracción, la descomposición o el uso de simulaciones”* (Moreno, Robles y Román, 2019).
- *Codificación*: Se refiere a la creación de un código en un lenguaje de programación. Permite la intercomunicación entre humanos y máquinas. Asigna un código a “algo”. En informática, los términos programación y codificación generalmente se usan indistintamente.

Una vez clarificados los diferentes términos, nos centraremos en el concepto de pensamiento computacional. Aunque recientemente el término “pensamiento computacional” ha cobrado interés para el mundo académico, sus inicios se remontan a los años 60’s, con S. Papert (1980) y su enfoque constructivista del lenguaje de programación LOGO, que permitía a los estudiantes crear sus propios procesos de resolución de problemas. Wing (2006), recupera el concepto de pensamiento computacional y lo define como una mezcla entre diferentes formas de pensamiento para la resolución de problemas (ingeniería, matemático, científico) a través de la abstracción formal y del enfoque del mundo real y cotidiano. Wing define al pensamiento computacional como *“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”*.

El interés por éste término no para de crecer, así como el número de iniciativas para promover su efectiva introducción en las escuelas. Así, desde el Computer Science Teachers Association (CSTA)¹ y el International Society for Technology in Education (ISTE)² se han creado un conjunto de herramientas y recursos para que el pensamiento computacional pueda ser desarrollado en las escuelas.

Asimismo, la codificación o programación es vista como un nuevo tipo de alfabetización. En palabras de Resnik (2014):

“Coding (or computer programming) is a new type of literacy. Just as writing helps you organize your thinking and express your ideas, the same is true for

¹ Página web de la asociación CSTA: <https://www.csteachers.org/page/CompThinking>

² Página web de la asociación ISTE:

<https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=152&category=Solutions&article=Computational-thinking-for-all>

coding. In the past, coding was seen as too difficult for most people. But we think coding should be for everyone, just like writing...With ScratchJr, children aren't just learning to code, they are coding to learn."

(En español: "La codificación (o programación por ordenador) es un nuevo tipo de alfabetización. Así como la escritura te ayuda a organizar tu pensamiento y expresar tus ideas, lo mismo es cierto para la programación. En el pasado, la programación consideraba demasiado difícil para la mayoría de las personas. Pero creemos que la programación debería ser para todos, al igual que escribir ... Con ScratchJr, los niños y niñas no solo están aprendiendo a programar, sino que están programando para aprender ".

Del mismo modo que en siglos pasados era necesario que los ciudadanos aprendieran a escribir, no solo para leer para ser productores de información y conocimiento en vez de solo consumidores, en el siglo XXI, en la sociedad digital de información, es necesario que los ciudadanos aprendan a "codificar" o "programar" para ser productores digitales de información, no solo consumidores digitales de la misma.

Bers (2017) habla sobre la "codificación" y el "pensamiento computacional", diciendo que estas ideas no son lo mismo, pero están relacionadas. El pensamiento computacional es la capacidad de usar los conceptos de la informática para formular y resolver problemas. El pensamiento computacional implica un conjunto más amplio de habilidades (por ejemplo, análisis de problemas, pensamiento algorítmico, ...). Usualmente, involucra los conceptos centrales de abstracción, algoritmo, automatización, descomposición, depuración y generalización. Asimismo, puede entenderse como un vínculo directo y como un componente de la "competencia digital". El pensamiento computacional representa un tipo de pensamiento analítico que comparte muchas similitudes con el pensamiento matemático (por ejemplo, resolución de problemas), el pensamiento de ingeniería (diseño y evaluación de procesos) y el pensamiento científico (análisis sistemático). Además, Bers (2017) amplía el concepto de pensamiento computacional, como un proceso expresivo que permite nuevas formas de comunicar ideas. De esta forma, la "codificación" se puede ver como una herramienta para enseñar el pensamiento computacional y podemos ver a la programación como "la escritura conectada con tecnología". La programación es escribir el código (representación simbólica en un lenguaje informático).

Por tanto, la "codificación" o programación, es la nueva alfabetización, y es necesario comenzar a integrar ésta alfabetización en edades tempranas, especialmente, a través de las tecnologías que soporten el aprendizaje basado en juegos, porque involucran a los niños y niñas para que sean creadores, diseñadores, solucionadores de problemas, creadores, artistas ... en resumen, y de esta forma, los niños y niñas aprenderán a ser productores digitales.

Según Bers (2017), *"La "codificación" promueve experiencias apropiadas para el desarrollo como resolución de problemas, imaginación, desafíos cognitivos, interacciones sociales, desarrollo de habilidades motrices, exploración emocional ... y puede integrarse en diferentes áreas curriculares para promover la alfabetización, matemática, ciencia, ingeniería y las artes a través de un enfoque basado en proyectos".*

Además, Bers (2017) amplía la noción de pensamiento computacional, definiéndolo como un proceso expresivo y presentando 7 poderosas ideas de pensamiento computacional: 1) algoritmos, 2) modularidad, 3) estructuras de control, 4) representación, 5) hardware / software, 6) el proceso de diseño, y 7) la depuración.

De esta forma, Bers (2017) presenta la "codificación" como una nueva forma para que los niños y niñas expresen y compartan sus ideas. En este sentido, puede integrarse en casi cualquier actividad de la clase, con o sin tecnología, como una nueva alfabetización y una nueva forma de pensar, integrada con otras partes del plan de estudios.

Por otra parte, en el contexto de la Agenda Digital Europea, la codificación se considera explícitamente como una habilidad clave del siglo XXI: *"La codificación es la alfabetización de hoy y ayuda a practicar habilidades del siglo XXI, como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y el pensamiento analítico"* (Bocconi et al, 2016). La Comisión Europea (2015) considera esencial la adquisición de competencias digitales, incluida la codificación, para sostener el desarrollo económico y competitividad. En la misma línea, la Nueva Agenda de Habilidades invita explícitamente a los Estados Miembros a desarrollar la "codificación / informática" en la educación (Bocconi et al, 2016).

A continuación, se presentan algunas iniciativas de introducción del pensamiento computacional y la enseñanza de la codificación/programación a nivel formal e informal.

Principales iniciativas de enseñanza del pensamiento computacional en la educación formal e informal

Existen diversas iniciativas en países que han incorporado la enseñanza de la programación a nivel formal en sus currículos escolares, tales como Estonia, Suiza, Finlandia, EEUU, Israel, Singapur o Reino Unido entre otros.

En España existe una normativa a nivel nacional, que puede ser reformulada y concretada en cada Comunidad Autónoma. La situación actual de la enseñanza de la programación/codificación en nuestro sistema educativo es la siguiente (Román-González, 2016):

- A nivel nacional, la codificación/programación forma parte de la asignatura optativa "Tecnologías de la Información y la Comunicación I" de la Etapa de Bachillerato.
- A nivel autonómico, existen distintas Comunidades Autónomas que incluyen en su currículum la enseñanza de la programación/codificación: Cataluña (segundo ciclo de la ESO); Madrid (1º, 2º y 3º de la ESO y Educación Primaria a nivel optativo, fuera del horario escolar), Castilla y León (optativa de 3º y 4º de la ESO), Navarra (4º y 5º de Primaria incluye contenidos obligatorios transversales al área de matemáticas).

Según Román-González (2016) la enseñanza de la programación se está incorporado principalmente en la etapa de Educación Secundaria (13 países), aunque se está incrementando el número de países que lo incorporan también en la etapa de Primaria

(10 países), si bien no hay consenso en cuanto a su forma de incorporación: como asignatura obligatoria, optativa o transversal a otras áreas.

El sistema de educación español establece unas directrices para los organismos autonómicos que deben ser seguidas, y que, en relación a la enseñanza de la programación, se está introduciendo de forma progresiva y a diferentes ritmos.

Por ejemplo, en la Comunidad autónoma de Canarias, el Área de Tecnología Educativa (Medusa) de la Consejería de Educación y Universidades del Gobierno de Canarias, trabaja de forma coordinada con las asesorías TIC de los centros de formación del profesorado. Actualmente, en el plan de trabajo conjunto, se contempla un área de trabajo sobre pensamiento computacional. En cuanto a su presencia en el currículo, desde esta área se elaboraron orientaciones generales sobre pensamiento computacional, las cuales han sido incluidas en un “documento para la descripción del grado de desarrollo y adquisición de las competencias”.

Para acometer éste reto en España, en 2018 se crea y comienza su andadura la Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial (EPCIA), iniciativa del Ministerio de Educación y Formación Profesional articulada a través del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado, que contribuye a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados en la Agenda 2030 por más de 193 países de las Naciones Unidas el 25 de septiembre de 2015. La EPCIA además ofrece al profesorado una serie de recursos educativos para la enseñanza del pensamiento computacional³.

Como iniciativas que desarrollan el pensamiento computacional en el ámbito no formal podemos encontrar a las siguientes (Llorens-Largo, García-Peñalvo, Molero-Prieto y Vendrell-Vidal, 2017; Fundación Telefónica, 2017; Segredo, Miranda y León, 2017; Bocconi et al, 2016; Google, FECYT y Everis, 2016; Espino y González, 2015):

- A nivel nacional: Code.Educablab (<http://code.educalab.es>), Programamos (<https://programamos.es/>), Genios (<https://educagenios.com/>), entre otras.
- A nivel internacional: Code Week (<http://codeweek.eu/>), Code.org (<https://code.org/>), Made with code (<https://www.madewithcode.com/>), Computing at School (<http://www.computingatschool.org.uk/>), Coding pirates (<https://codingpirates.dk/>), Hour of Code (<https://hourofcode.com/uk/es>), Bebras (<http://bebras.org/>), Girls in Tech (<https://girlsintech.org/>), CoderDojo (<https://coderdojo.com/>), CT en Google for Education (<https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>), TACCLE 3 - Codificación (García-Peñalvo, 2016), Computer Science for All (Ciencias de la computación para todos, 2016), entre otras.

Recientemente, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte ha publicado un informe sobre la situación en España de la introducción del pensamiento computacional en las aulas (MECD, 2018). Además, la Sociedad Científica de Informática de España (SCIE) ha realizado un manifiesto “consciente de la importancia creciente para las nuevas generaciones de una formación universal en conocimientos básicos de Informática, manifiesta la necesidad de incluir en el sistema educativo español la materia “Informática”, de carácter obligatorio desde Educación Primaria hasta Bachillerato”

³ Página web de los recursos de la EPCIA: <http://code.intef.es/recursos>.

(SCIE, 2018). Como podemos observar, son escasas las iniciativas a nivel formal para la Educación Infantil y su preocupación en la introducción de este tipo de enseñanzas, siendo el caso de Singapur el más destacado (Sullivan y Bers, 2017). La experiencia pionera de Singapur forma parte de una estrategia educativa nacional, ya que incorporan el pensamiento computacional y la enseñanza de la programación en todo el conjunto de su sistema educativo dentro un programa denominado “Smart Nation Programme Office (SNPO) (<https://www.smartnation.sg/>)” y específicamente en edades tempranas a través de un programa denominado “Playmaker Programme” (Sullivan y Bers, 2017).

Como ejemplos de iniciativas de introducción de la enseñanza de la programación en la educación infantil a nivel nacional podemos mencionar al Centro público Antonio Machado de Collado de Villalba (Madrid) (Reina y Reina, 2014), quienes han desarrollado diversos proyectos, tales como la programación direccional mediante programación tangible con Bee Bot, la programación a través de tabletas usando Apps (Kodable, Bee Bot App, Daisy the Dinosaur) y la programación de robots con Lego Wedo.

Asimismo, en Canarias se ha llevado a cabo un Estudio sobre la enseñanza de la robótica a nivel infantil utilizando KIBO Robots durante el año 2017, realizando la formación del profesorado y la introducción de forma transversal de la enseñanza de la programación en tres colegios de la isla de Tenerife, colaboración con el grupo ITED de la Universidad de La Laguna y el grupo DEVTECH de Tufts University (EEUU) (Bers, González y Armas, 2019).

Herramientas para la enseñanza de la programación en la educación infantil

Actualmente existen numerosas herramientas para la enseñanza de la programación para primaria y secundaria, tales como: LOGO, Scratch, Alice, App Inventor, Greenfoot, Pencilcode, Agentcheets and Angetcubes, etc. Sin embargo, son pocos los entornos y herramientas existentes para la enseñanza de la programación a nivel de educación infantil. Entre ellas, podemos destacar las siguientes (da Silva y González, 2017):

- **Robot Turtles** (<http://www.robotturtles.com/>): es un juego de tablero para que los niños y niñas, a partir de 4 años, aprendan los fundamentos de la programación. En este juego, uno de los jugadores se convierte en el “motor de tortugas” y el resto son “docentes de tortugas”. Los docentes deben conseguir que su tortuga avance por el tablero y los diferentes laberintos hasta llegar a la gema de su color.
- **Hello Ruby** (<http://www.helloruby.com/>): es un cuento infantil a partir del cual se puede enseñar a los niños y niñas a programar, donde cada lenguaje de programación es un personaje. Incluye actividades e ideas adicionales en su página web para aprender a programar.
- **ScratchJr** (<https://www.scratchjr.org/>): es un lenguaje de programación visual diseñado por el MIT en colaboración con el DEV TECH de Tufts University, para la enseñanza de la codificación para niños y niñas de 5 a 7 años de edad. Permite crear y razonar a niños y niñas que no saben leer aún. Está disponible de forma libre para iOS, Android y Chromebook.

- **Kodable** (<https://www.kodable.com/>): es una herramienta educativa para enseñar a programar a niños y niñas a partir de los 5 años de edad. Cuenta con diversos niveles de dificultad y con distintos contenidos que permiten practicar secuencias, bucles, variables, condicionales, operaciones algorítmicas, resolución de problemas, habilidades comunicativas, pensamiento crítico, etc., así como otros contenidos relacionados con el pensamiento computacional.
- **Cargobot** (<https://twolivesleft.com/CargoBot/>): es una app para el iPad que, a través de un lenguaje llamado Codea, permite aprender a programar como si fuera un juego (parecido al tetris).
- **LightbotJr** (<http://lightbot.com/>): es una app que permite aprender a programar a través de la resolución de puzzles. En este juego los niños y niñas deben darle instrucciones lógicas al robot para que se mueva a través de un camino hasta el enchufe que permitirá encender la luz de la habitación.

A continuación, se mencionan algunos de los kits robóticos más empleados o considerados más adecuados para ser utilizados en las aulas de educación infantil.

- **KIBO Robot:** KIBO ha sido desarrollado por Kinderlabs Robotics en Tufts University y es un robot con sensores de sonidos, luces y distancia, y un lector de código de barras que es el medio por el que le son ingresadas todas las instrucciones de programación. KIBO (Figura 1) viene acompañado de una serie de bloques de madera en los que se encuentran representadas mediante imágenes y colores, diferentes instrucciones de programación que incluyen *loops* (ciclos de repeticiones) y declaraciones condicionales, acompañadas de un código de barras. Con estos bloques, los niños y niñas van conformando la secuencia de pasos que conforman su algoritmo y cuyos códigos de barras serán posteriormente capturados uno a uno mediante el lector del que para tal fin dispone el robot. KIBO posee una apariencia que luce como si no hubiese sido concluido su diseño físico, lo que invita a los niños a completarlo mediante el uso de materiales que permitan su decoración y personalización, involucrándolos e inspirándolos en la creación de proyectos con un significado propio en el que poder desarrollar destrezas creativas y artísticas.



Figura 1. KIBO Robot. Fuente: <http://kinderlabrobotics.com>

- **BEE BOT y BLUE-BOT:** Es uno de los dispositivos más utilizados y estudiados actualmente en las aulas de educación infantil para la iniciación de los estudiantes en los conceptos de robótica, así como para la adquisición de competencias en diferentes áreas del conocimiento, como la lecto-escritura, matemáticas, arte, entre otras. El robot (Figura 2) es operado mediante las

teclas que posee en la carcasa, las cuales emplean básicamente los comandos de paso atrás, paso adelante (15 cm.), giro a la derecha, giro a la izquierda (ambos de 90°), pausa y un botón para ejecutar la secuencia de pasos a las que se ha dado entrada mediante el uso de los botones anteriores, además de otro que permite iniciar el dispositivo (*clear*) para introducir una nueva secuencia de comandos.



Figura 2. Bee Bot. Fuente: <https://www.bee-bot.us/>

El Blue-Bot (Figura 3) es prácticamente igual que el Bee-Boot, con la prestación añadida de que adicionalmente puede ser programado mediante una aplicación para dispositivos móviles (Android e IOS) con una interfaz gráfica bastante fácil de manipular para los niños.



Figura 3. Blue-Bot. Fuente: <https://www.bee-bot.us/bluebot.html>

El fabricante de Blue-Bot ha sacado recientemente al mercado un lector táctil de programación en el que los niños y niñas colocan fichas individuales con una instrucción determinada, e ir así construyendo el algoritmo. Una vez finalizado éste y presionada la tecla 'Go', el set de instrucciones será ejecutado por el robot. Este dispositivo es vendido por separado. Adicionalmente, ambos robots operan sobre una alfombrilla cuadrículada que permite desarrollar diferentes actividades de aprendizaje.

- **Roamer:** es un robot educativo desarrollado por Valiant Technology con la finalidad de facilitar los procesos de enseñanza desde el primer ciclo de educación infantil hasta 6to grado de primaria cuya principal característica es que puede ser adaptado a diferentes edades y niveles de habilidades y conocimientos, mediante el cambio del módulo de teclado en la parte superior del dispositivo (Figura 4).



Figura 4. ROAMER. Fuente: <http://www.roamer-educational-robot.com/>

La Figura 4 presenta el módulo de teclado utilizado para edades entre 5 y 7 años. En él se puede observar que se manejan patrones de velocidad, distancia y ángulo de giro, introduciendo además el concepto de repetición mediante los números que se muestran en el teclado. El valor añadido que presenta este robot es el potencial que posee para el desarrollo de conceptos matemáticos en la niñez (Misirli y Komis, 2014). Por otra parte, la creación de un pseudo-lenguaje mediante la representación gráfica de los comandos del robot Roamer es una estrategia de enseñanza apropiada para la visualización de los procedimientos de programación.

- **CUBETTO:** es un robot diseñado por Primo Toys en el que la secuencia de comandos que conforman la programación del robot, es realizada mediante la inserción de bloques en diferentes slots de un tablero que representa la interfaz con el robot (Figura 5.). Los bloques poseen diferentes formas y colores, representando cada uno de ellos una acción específica: adelante, giro derecha, giro izquierda y función. El tablero se encuentra dividido en dos partes, una parte superior con doce slots que guían la secuencia y el lugar en el que los niños deben ir colocar los bloques de instrucciones, y una parte inferior con 4 slots, en el que de igual modo mediante el uso de los diferentes bloques los niños podrán introducir una secuencia de programación pero que en este caso podrá ser invocada desde los slots superior como una función o procedimiento (para ello el bloque de función). Una vez introducidas las piezas deseadas, el envío del programa se realiza vía bluetooth al pequeño y sencillo robot representado por una cajita de madera construido con Arduino. Cabe destacar que CUBETTO cuenta con el visto bueno del método Montessori.



Figura 5. CUBETTO. Fuente: <https://www.primotoys.com/>

- **CODE A PILLAR:** creado por FISHER PRICE para introducir los conceptos de programación en niños y niñas de pre-escolar a fin de promover las destrezas de pensamiento computacional y de solución de problemas (Figura 6). El juguete viene con 8 segmentos que se conectan entre sí mediante un puerto USB, representando cada uno de ellos un determinado comando o instrucción (adelante, derecha, izquierda, giro, sonido). El orden en el que son conectados los bloques determinará la secuencia de programación que ejecutará el robot (a diferentes entradas, diferentes resultados) una vez presionado el botón “start”.



Figura 6. CODE A PILLAR. Fuente: http://www.fisher-price.com/en_US/codeapillar/index.html

Estrategias pedagógicas para la enseñanza de la programación en la educación infantil

La introducción de los programas STEM en la educación infantil se ha basado en los aspectos tangibles del trabajo con robótica, que refuerzan el desarrollo de las habilidades motoras finas y la necesidad de introducir a los niños pequeños a la codificación antes de que se formen los estereotipos (Bers, Seddighin y Sullivan, 2013). La robótica puede involucrar a los niños y niñas en una experiencia de aprendizaje lúdica y apropiada para el desarrollo que incluye resolución de problemas, pensamiento abstracto y lógico (Bers, 2017).

La mayoría de las investigaciones sobre robótica, codificación y pensamiento computacional se han centrado en niveles educativos superiores al infantil, sobre todo primaria y secundaria. Pero la enseñanza de estos conceptos y habilidades en edades tempranas puede ser positiva para promover STEM cuando se combina con las ciencias sociales de una manera natural y lúdica. La generación actual de kits robóticos para niños pequeños permite el aprendizaje a través de manipulativos. Resnick et al. (1998) muestran cómo estas herramientas promueven una comprensión de conceptos matemáticos como otros materiales tradicionales (bloques, cuentas, bolas, etc.). Además, la robótica no suele implicar tiempo de pantalla y puede promover el trabajo en equipo y la colaboración (Sullivan y Bers, 2016; Revelo et al., 2018; de la Cruz et al., 2013).

Investigaciones anteriores han demostrado que los niños y niñas pequeños de 4 a 7 años de edad pueden crear y programar proyectos de robótica básica (Cejka, Rogers, &

Portsmore, 2006; Wyeth, 2008; Sullivan y Bers, 2013). Además, la robótica permite trabajar con otras habilidades importantes para su desarrollo, como la motricidad fina y la coordinación ojo-mano (Bers, Seddighin y Sullivan, 2013; Hill et al., 2016; Lee, Sullivan, y Bers, 2013). Además, la codificación y la robótica permiten a los niños y niñas desarrollar habilidades de resolución de problemas, metacognitivas y de razonamiento (Elkin et al., 2014).

Sin embargo, al introducir la robótica en un contexto de educación infantil, existe la necesidad de que el enfoque pedagógico sea apropiado para el desarrollo (Bers, González y Armas, 2019). El uso de diferentes metáforas puede ser útil para describir éste enfoque, como por ejemplo la dada por Resnick (2006, pp. 192–208) quien comparó la programación con un pincel, describiéndola como un medio para la autoexpresión y el diseño creativo. Otra metáfora fue utilizada por Bers (2018), quien compara la robótica con la "codificación como área de juegos" debido a la forma en que puede involucrar a los niños cognitivamente, socialmente, físicamente, emocionalmente y creativamente.

Además, existen distintas recomendaciones para poder introducir la enseñanza de la programación en edades tempranas. Martin, Toledo y Cerverón (2002) diferencian entre la programación tangible, realizada mediante objetos con interfaces tangibles y con capacidad para ser programados (por ejemplo, robots), y la programación no tangible, realizada a través de software (ordenadores y tabletas). La programación tangible es la recomendada para edades tempranas (González-González, Guzmán-Franco y Infante-Moro, 2019), aunque a partir de los 4-5 años ya puede introducirse la programación gráfica táctil a través de tabletas y ordenadores (Bers y Horn, 2010).

Tabla 1. Elementos de STEM/STEAM que pueden integrarse en el currículum de infantil a través de la robótica y la programación

STEM/STEAM	Elementos a trabajar en el currículum	Referencias
Tecnología Ingeniería	Metodologías de diseño de proyectos de ingeniería Conceptos de robótica y programación	Bers et al. 2002; Cejka et al. 2006; Sullivan et al. 2013; Sullivan and Bers 2015.
Matemáticas	Números Secuencia Estimación Conteo Tamaño / Formas Resolución de problemas Metacognición Razonamiento	Bers 2008; Clements and Meredith 1992, Clements et al, 2011; Highfield et al. 2008; Kazakoff et al. 2013; Resnick et al. 1998; Kazakoff et al. 2013; Clements and Gullo 1984; Navarro et al, 2012; Resnick et al, 2007.
Ciencia	Exploración de los sentidos Causa y efecto Observación estructurada	Bers 2008; Kazakoff et al. 2013.

STEM/STEAM	Elementos a trabajar en el currículum	Referencias
Artes	Desarrollo de la motricidad fina Coordinación viso-espacial Colaboración y trabajo en grupo Creatividad	Hamner and Cross, 2013; Lee et al. 2013.

Algunos autores recomiendan distintas actividades para niños entre 3 y 6 años para introducir el pensamiento computacional (CSTA e ISTE, 2011; Pane y Myers, 2001). Por ejemplo:

- A partir de los 3-4 años: actividades de producción y ejecución de instrucciones, principalmente vinculadas al propio cuerpo y acción y trabajo con objetos manipulables (programación tangible).
- Entre los 4-5 años: programación tangible manipulativa, incorporación de programación a través de interfaces naturales táctiles (interacciones de tipo arrastrar-soltar comandos con representación visual, instrucciones gráficas).
- Entre los 5-6 años: programación tangible y táctil, posibilidad de introducción de comandos con algunas palabras (instrucciones simples).

Asimismo, recomiendan mantener un enfoque globalizador, con metodologías de aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje basado en proyectos (Nacher, Garcia-Sanjuan y Jaen, 2015; Eck et al, 2013; Janka, 2008). Y, destacan que en la evaluación se trabaje la habilidad de aprender a aprender y la autoevaluación, la reflexión y la generalización (Vilalta García, 2016).

Por otra parte, debido a que el pensamiento computacional es una forma de pensar, comprender y aprender a resolver problemas, no requiere el uso de tecnología. En su lugar, podemos usar una variedad de actividades “desconectadas” o “desenchufadas” (conocidas como “unplugged”) (Bell et al, 2009). Existen un gran número de actividades disponibles para ser utilizadas de ésta forma (sin pantallas ni ordenadores) en Internet, como por ejemplo el sitio web CS Unplugged (<https://csunplugged.org>) que contiene colecciones de actividades para trabajar el pensamiento computacional desenchufado con licencias abiertas.

Conclusiones

En este capítulo se han presentado diferentes conceptos relacionados con la codificación, programación y pensamiento computacional, que aparecen en la literatura y sobre los cuales no hay consenso. Se han clarificado éstos conceptos para luego centrar la discusión cómo abordar desde un punto de vista pedagógico y tecnológico la enseñanza de los mismos en la etapa de educación infantil.

Asimismo, se han presentado una revisión sobre diferentes iniciativas a nivel formal e información de introducción curricular de la enseñanza de la codificación, programación y pensamiento computacional nacionales e internacionales. Vemos que son escasas las experiencias de introducción de estos conceptos y habilidades en edades tempranas.

Asimismo, son escasos los estudios sobre los resultados a largo plazo en el aprendizaje de las habilidades relacionadas al pensamiento computacional, así como principios pedagógicos y metodologías que guíen al profesorado en el diseño de experiencias de aprendizaje basadas en tecnologías para la etapa de educación infantil. Por ello, este trabajo aborda una revisión de las principales tecnologías y herramientas especialmente adecuadas para estas edades, así como los principios metodológicos para poder introducirlas de forma efectiva.

Finalmente, se presentan diversas recomendaciones sobre estrategias y marcos pedagógicos para la enseñanza de la programación, la robótica y la ingeniería en la educación infantil, destacándose el marco de Desarrollo Positivo de la Tecnología (PTD) como marco de referencia para la introducción curricular efectiva y transversal de los conceptos fundamentales de tecnología e ingeniería en edades tempranas.

Referencias

- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.
- Alimisis, D., Moro, M., Arlegui, J., Pina, A., Frangou, S., & Papanikolaou, K. (2007, August). Robotics & constructivism in education: The TERECoP project. In *EuroLogo* (Vol. 40, pp. 19-24).
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., & Grimley, M. (2009). Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20-29.
- Bender, W., Urrea, C., & Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento Computacional [Número monográfico]. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 46 (1). doi: 10.6018/red/46/1
- Bers, M. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. New York, NY: Teachers College Press.
- Bers, M. U. (2012). *Designing digital experiences for positive youth development: From playpen to playground*. Cary, NC: Oxford
- Bers, M. U. (2017). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & 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>
- Bers, M. U., & Horn, M. S. (2010). Tangible programming in early childhood. *High-tech tots: Childhood in a digital world*, 49, 49-70.

- Bers, M. U., & Resnick, M. (2015). The official ScratchJr book: Help your kids learn to code. No Starch Press.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site). doi: <https://doi.org/10.2791/792158>
- Burnett, C. (2010). Technology and literacy in early childhood educational settings: A review of research. *Journal of early childhood literacy*, 10(3), 247-270. doi: <https://doi.org/10.1177/1468798410372154>
- Burleson, W. S., Harlow, D. B., Nilsen, K. J., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C. N., ... & Muldner, K. (2017). Active Learning Environments with Robotic Tangibles: Children's Physical and Virtual Spatial Programming Experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11(1), 96-106. doi: <https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2724031>
- 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.
- Ching, Y. H., Hsu, Y. C., & Baldwin, S. (2018). Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners. *TechTrends*, 62, 563-573. doi: <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0292-7>
- Clements, D. H., Sarama, J., Farran, D., Lipsey, M., Hofer, K. G., & Bilbrey, C. (2011). An Examination of the Building Blocks Math Curriculum: Results of a Longitudinal Scale-Up Study. Society for Research on Educational Effectiveness.
- Clements, D. H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. *Journal of educational psychology*, 76(6), 1051. doi: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.6.1051>.
- Clements, D. H., & Meredith, J. S. (1993). Research on Logo: Effects and efficacy. *Journal of Computing in Childhood Education*, 4(4), 263-290.
- Digital Agenda Scoreboard "Digital Inclusion and Skills" (2014). Recuperado de: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/scoreboard-2014-digital-inclusion-and-skills-eu-2014>
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., ... & Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in human behavior*, 71, 16-23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>
- ECDL Foundation (2015). Computing and Digital Literacy - Call for a Holistic Approach. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/epale/en/resource-centre/content/computing-and-digital-literacy-call-holistic-approach>
- Eck, J., Hirschmugl-Gaisch, S., Hofmann, A., Kandlhofer, M., Rubenzer, S., & Steinbauer, G. (2013). Innovative concepts in educational robotics: Robotics projects for kindergartens in Austria. In *Austrian Robotics Workshop* (Vol. 14, p. 12).

- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169.
- European Schoolnet (2015). Computing our future. Computer programming and coding: priorities, school curricula and initiatives across Europe [Informe técnico]. Recuperado de: http://www.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=3596b121-941c-4296-a760-0f4e4795d6fa&groupId=43887
- García-Peñalvo F. (2017). Pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. El enfoque de TACCLE3. Recuperado de: <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/80>. doi: 10.5281/zenodo.376310
- García-Peñalvo F. (2016). A brief introduction to TACCLE 3 – Coding European Project. In F.J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), 2016. *International Symposium on Computers in Education (SIEE 16)*. USA: IEEE. doi: 10.1109/SIEE.2016.7751876
- García-Peñalvo, F. J. & Méndes, J.A. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411. doi:10.1016/j.chb.2017.12.005
- González-González, C. S., Guzmán-Franco, M. D., & Infante-Moro, A. (2019). Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review. *Sustainability*, 11(10), 2910. doi: <https://doi.org/10.3390/su11102910>
- Google, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y everis (2016). Informe “EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN EN ESPAÑA 2015”. Recuperado de: <https://www.fecyt.es/es/publicacion/educacion-de-las-ciencias-de-la-computacion-en-espana>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. doi: <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Guanhua, C., Ji, S., Lauren, B.-C., Shiyan, J., Xiaoting, H., & Moataz, E. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162–175. ISSN 0360-1315 <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Highfield, K., Mulligan, J., & Hedberg, J. (2008). Early mathematics learning through exploration with programmable toys. In *Proceedings of the joint meeting of PME 32 and PME-NA* (pp. 169–176).
- Hornack M.A. (2011). Technology Integration Matrix. Recuperado de: http://teche.pbworks.com/f/hornackassignment4-4_22_2011.pdf
- Cruz, S. S. T., Rojas, O. E., Hurtado, J. A., & Collazos, C. A. (2013, August). ChildProgramming process: A software development model for kids. In *2013 8th Computing Colombian Conference (8CCC)* (pp. 1-6). IEEE. doi: 10.1109/ColombianCC.2013.6637535

- Janka, P. (2008). Using a programmable toy at preschool age: why and how. In Teaching with robotics: didactic approaches and experiences. Workshop of International Conference on Simulation, Modeling and Programming Autonomous Robots (pp. 112-121).
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability*, 10(4), 905. doi: <https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kazakoff, R. E., Sullivan, A., & Bers, U. M. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education*, 41, 245–255. doi: <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70. doi: <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Koschmann, T. D. (1996). Paradigm shifts and instructional technology: An introduction. In T. D. Koschmann (Ed.), *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm* (pp. 1-25). NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lee, K. T., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). Collaboration by design: Using robotics to foster social interaction in kindergarten. *Computers in the Schools*, 30(3), 271-281.
- Llorens Largo, F., García-Peñalvo, F. J., Molero Prieto, X., & Vendrell Vidal, E. (2017). La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. *Education in the Knowledge Society*, 18(2), 7-17. doi:10.14201/eks2017182717.
- Manches, A., & Plowman, L. (2017). Computing education in children's early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 191–201. doi: <https://doi.org/10.1111/bjet.12355>
- Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L., & Settle, A. (2014, June). Computational thinking in K-9 education. In *Proceedings of the working group reports of the 2014 on innovation & technology in computer science education conference* (pp. 1-29). ACM. doi: 10.1145/2713609.2713610
- Martin G., Toledo G. y Cerverón V. (2002). *Fundamentos de Informática y Programación*. Recuperado de: <http://robotica.uv.es/Libro/Indice.html>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (2018). Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España. Recuperado de: <http://code.educalab.es/wp-content/uploads/2017/09/Pensamiento-Computacional-Fase-1-Informe-sobre-la-situaci%C3%B3n-en-Espa%C3%B1a.pdf>
- Miranda-Pinto, M. S. (2016). Desafíos de programación y robótica en Educación Preescolar: proyecto Kids Media Lab. En *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 1848-1855). Octaedro Editorial.

- Misirli, A., & Komis, V. (2014). Robotics and programming concepts in early childhood education: A conceptual framework for designing educational scenarios. In *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 99-118). Springer New York.
- Moreno, J., Robles, G., Román, M., & Rodríguez, J. D. (2019). Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming. *Revista Interuniversitaria De Investigación En Tecnología Educativa*, (7). <https://doi.org/10.6018/riite.397151>
- Nacher, V., Garcia-Sanjuan, F., & Jaen, J. (2015). Game Technologies for Kindergarten Instruction: Experiences and Future Challenges. In *Proceedings of the 2nd Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego* (pp. 58-67).
- Navarro, J. I., Aguilar, M., Marchena, E., Ruiz, G., Menacho, I., & Van Luit, J. E. (2012). Longitudinal study of low and high achievers in early mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 28-41. doi: <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02043.x>
- Öztürk, H. T., & Calingasan, L. (2018). Robotics in early childhood education: A case study for the best practices. In H. Ozcinar, G. Wong, & H. Ozturk (Eds.). *Teaching computational thinking in primary education* (pp. 182–200). Hershey, PA: IGI Global. doi: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3200-2.ch010>
- Pane, J. F., & Myers, B. A. (2001). Studying the language and structure in non-programmers' solutions to programming problems. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54(2), 237-264. doi: <https://doi.org/10.1006/ijhc.2000.0410>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Pensamiento Computacional (2017). Fundación Telefónica. Recuperado de: https://www.fundaciontelefonica.com/artes_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/618/
- Reina M. y Reina S. (2014). INFANTIC/TAC. Proyecto de alfabetización digital de alumn@s, familias y docentes. Recuperado de: <http://olmedarein7.wixsite.com/proyectotic>
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., et al. (1998). Digital manipulatives. In *Proceedings of the CHI '98 conference*, Los Angeles, April 1998.
- Resnick, M. (2007). All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition* (pp. 1-6). ACM. doi: 10.1145/1254960.1254961
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press.
- Revelo-Sánchez, O., Collazos-Ordóñez, C. A., & Jiménez-Toledo, J. A. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la

- programación: una revisión sistemática de literatura. *Tecnológicas*, 21(41), 115-134.
- Román-González M. (2016). *Codigofabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas*. Tesis doctoral. UNED.
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250–264. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.030>
- Sociedad Científica de España (2018). MANIFIESTO SOBRE LA ENSEÑANZA PREUNIVERSITARIA DE LA INFORMÁTICA. Manifiesto elaborado en colaboración con la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática (CODDI). Disponible en: <http://www.scie.es/wp-content/uploads/2018/02/manifiesto-ensenanza-no-universitaria-v2.pdf>
- Segredo E., Miranda G, León C. (2017). Hacia la educación del futuro: El pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*. 18(2): 33-58. Doi: <http://dx.doi.org/10.14201/eks2017182335>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2017). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*. doi: 10.1007/s10798-017-9397-0.
- Sullivan, A., & 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.
- Sullivan, A., Elkin, M., & Bers, M. U. (2015). KIBO robot demo: engaging young children in programming and engineering. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 418-421). ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/2771839.2771868>
- Van Kleeck, A., & Schuele, C. M. (2010). Historical perspectives on literacy in early childhood. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 19(4), 341-355. doi: 10.1044/1058-0360(2010/09-0038)
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & 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. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM* 49 (3):33-35. doi: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia*, (46).

CAPÍTULO 2.

ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS TANGIBLES PARA LA EDUCACIÓN INFANTIL Y PRINCIPALES ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS

Síntesis del artículo:

González, C. S., Guzmán Franco, M. D., & Infante Moro, A. (2019). Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review Sustainability 11 (10), 2910 . DOI: <https://doi.org/10.3390/su11102910>

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/10/2910>

Incluido en el Anexo 2

RESUMEN

Este estudio revisa la literatura científica publicada sobre el uso de tecnologías tangibles en la educación infantil, a fin de: a) identificar qué tecnologías tangibles se han utilizado; b) reconocer los objetivos educativos de la utilización de éstas tecnologías y c) presentar una síntesis de la evidencia empírica disponible sobre su efectividad educativa. La búsqueda sistemática fue realizada en la base de datos “Web of Science (WoS)” dónde se localizaron 288 artículos relevantes y se analizaron utilizando la herramienta de software científico “Science Mapping Analysis” del período comprendido entre 1968 y 2018. Luego, se incluyeron 29 documentos relevantes de los últimos cinco años en el estudio de revisión. Para cada artículo, se analizó el propósito del estudio, el tipo de tecnología tangible utilizada, el método de investigación aplicado, las características de la muestra y los principales resultados obtenidos. Los artículos revisados sugieren que la principal tecnología tangible utilizada en la educación infantil es la tableta digital y la alfabetización (básica y emergente) es el área más estudiada, y con resultados prometedores.

Palabras clave: *tecnologías tangibles, educación infantil, métodos, estrategias pedagógicas.*

Introducción

Actualmente, las tecnologías se integran en la vida cotidiana de las personas y los hogares europeos disponen de dispositivos móviles, tabletas, consolas de juegos, robots, etc. Las edades de uso de los dispositivos móviles se han reducido cada vez más, y los niños y niñas más pequeños son usuarios actuales de videojuegos y de contenidos digitales. En Europa, el 63% de las familias permiten que sus hijos e hijas jueguen con dispositivos móviles y piensan que pueden favorecer el desarrollo de habilidades (58%) y mejorar la creatividad (47%) (ISFE, 2012; Blum-Ross et al, 2018).

La investigación sobre la interacción niño-computadora (del inglés, Child-Computer Interaction) ha tratado de proporcionar a los niños y niñas actividades mediadas por la tecnología donde la comunicación y la colaboración no se ven obstaculizadas (Hourcade, 2015; Read y Bekker, 2011). El desafío para los/las investigadores/as es alejarse de la informática personal, un paradigma en donde se hay un usuario por dispositivo, con poca o ninguna interacción con los demás. En los últimos años, investigadores como Sherry Turkle (2017) han dado la voz de alarma sobre cómo los dispositivos personales reducen las interacciones cara a cara (con la familia y otras interacciones diarias importantes), debido al efecto de distracción causado por teléfonos móviles y tabletas en niños/as y adultos. La proliferación de dispositivos móviles y su uso por niños/as de todas las edades ha abierto el debate tanto en las familias como en los entornos escolares. En este sentido, los/las educadores/as, habiendo superado la concepción de la tecnología como un peligro para su desarrollo, están de acuerdo con la comunidad científica en que un uso responsable, educativo, creativo y supervisado de dispositivos móviles puede ser muy beneficioso para los niños y niñas por las oportunidades lúdicas que ofrecen y su potencial para el desarrollo cognitivo, social y emocional de los/as niños/as pequeños (Granic et al, 2014).

Las interfaces naturales (NUI) son las más apropiadas para la interacción de los niños y niñas porque permiten al usuario interactuar con una aplicación sin usar dispositivos de entrada tradicionales (como el teclado, el mouse, etc.). A través de las NUI la interacción se realiza a través las capacidades naturales, como la voz, los gestos con las manos, los movimientos del cuerpo y la cara. Entre este tipo de interfaces naturales, encontramos las interfaces tangibles y las interfaces gestuales (Zuckerman et al., 2005). Además, las tecnologías tangibles permiten la interacción y manipulación de la información digital a través de objetos físicos (Ishii y Ullmer, 1997). Como términos relacionados a éste tipo de interacción tangible podemos encontrar: “háptico” (relacionado con el sentido del tacto), “táctil” (perceptible por el sentido del tacto) y “tangible” (capaz de ser percibido por el sentido del tacto). Como tecnologías tangibles podemos considerar superficies multitáctiles, teléfonos inteligentes, tabletas, robots y juguetes tecnológicamente mejorados, entre otros (Nacher et al., 2015). Así, las interfaces tangibles logran una manipulación real directa y activa del objeto digital, no solo de su comportamiento sino también del significado o representación del mundo. Montessori (1997) propone la interacción con objetos físicos manipulables (bloques, rompecabezas, rompecabezas, etc.) para aprender diferentes habilidades, especialmente en Matemáticas y para la educación infantil. Según la teoría del desarrollo de Piaget, la manipulación directa de

un objeto apoya el desarrollo del pensamiento, en particular en los niños y las niñas pequeños/as. Además, las tecnologías tangibles pueden aumentar el aprendizaje lúdico, el compromiso y la reflexión. Asimismo, la investigación ha demostrado que los niños y niñas a través de las tecnologías tangibles pueden resolver problemas y manipular información simbólica, expresando, reflexionando y explorando sus propias representaciones externas. En éste sentido, se han creado algunos marcos conceptuales para el desarrollo de tecnologías tangibles para el aprendizaje, como la interacción tangible infantil (CTI) (Antle, 2007) o el marco de diseño de aprendizaje tangible (Antle y Wise, 2013). Incrustar la interactividad en objetos físicos, por lo tanto, permite lo "mejor de ambos mundos": respalda el juego exploratorio tradicional con objetos físicos, que se puede ampliar y mejorar con el poder interactivo de la tecnología digital. Luego, las tecnologías tangibles brindan oportunidades prometedoras para el aprendizaje (Papert, 1980; Resnick, 1998; Marshal, 2007; Read y Bekker 2011; Markova et al., 2012).

Por esta razón, en este capítulo proponemos analizar diferentes tecnologías tangibles y gestuales para niños y niñas pequeños que se utilizan en entornos educativos para la etapa infantil.

El creciente potencial que tienen las tecnologías tangibles y gestuales en el aprendizaje en la infancia plantea importantes preguntas para el campo educativo y de la interacción niño-máquina. Por lo tanto, en éste capítulo se presentarán los principales resultados de una revisión sistemática que responden a las siguientes preguntas de investigación:

- (1) ¿Qué tecnologías tangibles se han utilizado en la educación infantil?*
- (2) ¿Cuál ha sido el uso educativo de las tecnologías tangibles en la infancia?*
- (3) ¿Qué enfoque pedagógico han seguido las tecnologías tangibles utilizadas en la educación infantil?*

Este capítulo está organizado de la siguiente manera: primero describimos el método que seguimos para hacer la revisión sistemática, luego se presentan los resultados de la revisión y finalmente, las conclusiones destacan los principales hallazgos de este trabajo.

Revisión sistemática de las tecnologías tangibles y estrategias utilizadas en la educación infantil

Seguimos un método propuesto por Tsafnet et al. (2014) para las revisiones sistemáticas. El método se divide en 3 fases principales: preparación, evaluación y síntesis (Tabla 1).

Para el primer análisis, los criterios de inclusión / exclusión han sido los siguientes:

- *Calidad:* revisión e índice de artículos en la Web of Science (WoS): los artículos se identificaron mediante la búsqueda en la WoS. Los índices incluidos en la

búsqueda fueron SCI-EXPANDED, SSCI, A & HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, ESCI.

- *Fecha*: Decidimos estudiar desde 1968 porque en éste año fue creado el Dynabook por Alan Kay, la primera tableta digital para niños y niñas. Por lo tanto, los artículos seleccionados se han publicado entre 1968 y 2018.
- *Idioma*: las bases de datos fueron filtradas y limitadas al idioma inglés y las revistas revisadas por pares.
- *Área de investigación*: el primer refinamiento incluyó sólo los documentos específicos del área de investigación: Educación e Investigación Educativa.
- *Tipo de documentos*: el tipo de documento seleccionado fue "artículos".
- *Dominio*: las palabras clave utilizadas en la búsqueda fueron: interfaces tangibles, interfaces gestuales, sensores, robótica, tabletas, niños/as pequeños e infancia.

Para el segundo refinamiento se limitó la fecha de búsqueda los artículos publicados en los últimos 5 años (2013-2018). Y, además, se consideró como relevancia los artículos que (1) se centraron en el uso educativo de tecnología tangible específicamente en educación infantil (0-6 años) y (2) que el artículo debía haber sido citado al menos una vez. Se excluyeron los artículos si en el documento 1) no se mencionaba el método y (2) los temas no estaban relacionados con la educación infantil.

La búsqueda originalmente produjo un total de 1485 artículos. Después del primer refinamiento por área de investigación, la búsqueda obtuvo 288 artículos. Estos documentos fueron analizados con SciMAT (Martínez et al, 2015) para encontrar grupos de palabras (*clusters* o agrupaciones) significativos.

El segundo refinamiento en la búsqueda restringida a los últimos 5 años y excluyendo a los artículos sin citas producen 47 registros. Luego, éstos documentos fueron organizados en Mendeley. Después de seleccionar 47 resúmenes, se eliminaron 18 artículos porque no correspondían a educación infantil (0-6 años). Al final, quedaron 29 artículos para la revisión cualitativa. El método de selección de estudio completo se presenta en la Tabla 1 y los resultados en la Tabla 2 y la Tabla 3.

Tabla 1. Descripción del método aplicado en la revisión sistemática

Tarea	Descripción	Fase
1. Formulación de las preguntas de revisión	Identificación de tecnologías tangibles, usos educativos y principales hallazgos en educación infantil.	Preparación
2. Definición del protocolo	Método (Tsafnet et al., 2014) y herramientas (WoS / SciMAT / Mendeley).	
3. Definición de la estrategia de búsqueda	Base de datos (WoS) y palabra claves.	

4. Búsqueda	Referencias relevantes (WoS).	Evaluación
5. Agrupamiento (Clustering)	Extracción de palabras relevantes y categorías desde los documentos (SciMAT).	
6. Refinamiento y organización	Extracción de las referencias más relevantes (WoS) y organización de las mismas (Mendeley).	
7. Resúmenes	Lectura de resúmenes y eliminación de referencias que no cumplen los criterios de inclusión.	
8. Textos completos	Lectura de los documentos completos y extracción de los datos asociados a las categorías de análisis.	
9. Datos	Análisis y síntesis de los datos extraídos.	Síntesis
10. Revisión	Informe final.	

Con respecto a la herramienta SciMAT, el procedimiento fue el siguiente: en primer lugar, la base de datos de los artículos encontrados en WoS fueron descargados como texto sin formato y se ingresaron en SciMAT para construir la base de conocimiento para el análisis de mapeo científico adicional a través del software. Éste fichero cargado en SciMAT contenía la información bibliográfica almacenada por WoS por cada documento de investigación. Las palabras que representaban el mismo concepto fueron agrupadas de forma automática. Debido a que algunos documentos no contenían ninguna palabra clave, se realizó una adición manual de palabras clave descriptivas que coincidían con las palabras del título o con las palabras clave presentes en la base de conocimiento. Además, se eliminaron algunas palabras clave sin sentido en el contexto de análisis, como palabras vacías o palabras con un significado muy amplio y general. El procedimiento de análisis en SciMAT se describe paso a paso en la Figura 1.

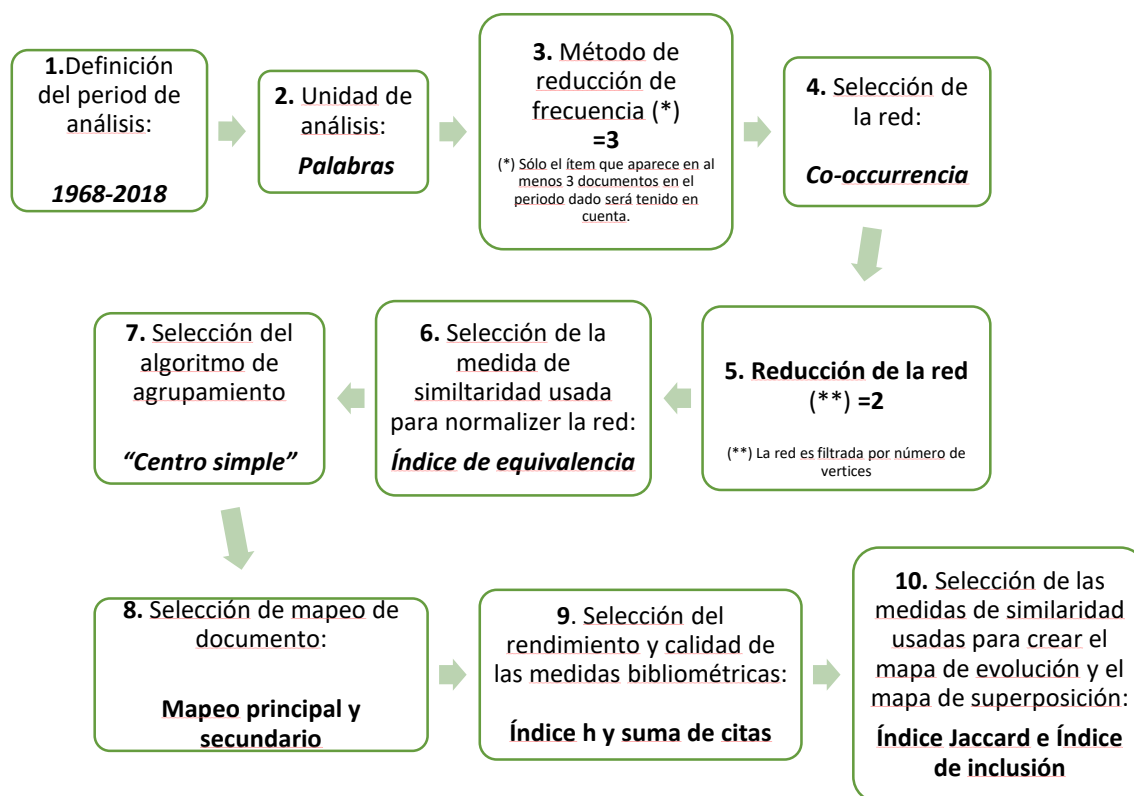


Figura. 1. Procedimiento de análisis seguido en la herramienta SciMAT.

En la siguiente sección se describen los resultados obtenidos después del análisis cuantitativo y cualitativo de los documentos.

Resultados

En esta sección se presentan los resultados de dos análisis de los documentos: a) el análisis cuantitativo de 288 documentos realizado en la herramienta de software "Science Mapping Analysis (SciMAT)" y b) el análisis cualitativo completo de 29 documentos finales.

Análisis de mapeo científico (agrupamiento)

Los documentos analizados en el SciMAT fueron 288 del período 1968-2018 y se corresponden a las tecnologías tangibles del área de investigación de educación e investigación educativa. Los grupos encontrados en el análisis fueron los siguientes: tecnologías digitales, codificación (programación), alfabetización y enfoque pedagógico (Tabla 2).

Tabla 2. Agrupamientos encontrados en el análisis con la herramienta SciMAT.

Agrupamiento	Centralidad	Rango de centralidad	Densidad	Rango de densidad
Codificación/Programación	24.88	0.25	46.81	1
Tecnologías digitales	41.26	1	20.21	0.5
Alfabetización	38.76	0.75	38.07	0.75
Enfoque pedagógico	35.06	0.5	11.55	0.25
Unidad de análisis = Palabras				

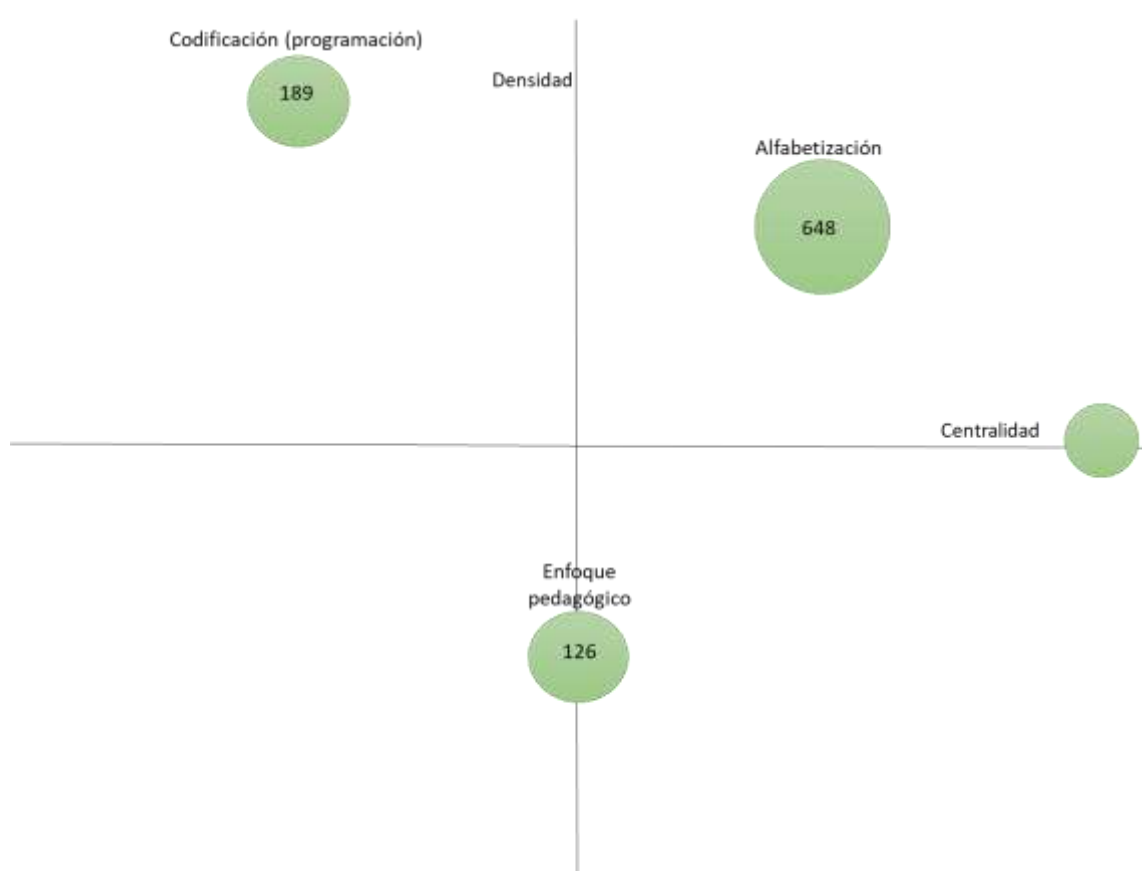


Figura 2. Diagrama estratégico de la agrupación de palabras en los documentos (por conteo de citas) y significado.

El diagrama estratégico de grupos (Figura 2) muestra que la "codificación" (o programación) es un tema altamente desarrollado y aislado, la "alfabetización" es un tema motor. El agrupamiento o clúster de "tecnologías digitales" es un tema central, básico y transversal y el "enfoque pedagógico" es un tema básico, transversal, emergente o en declive.

Análisis de los documentos

Luego del análisis a través del software SciMAT, se refinó la búsqueda limitando el período de tiempo a los últimos 5 años y excluyendo los documentos sin citar. Luego, se organizó los documentos en Mendeley y se seleccionó los resúmenes de 47 documentos con el propósito de excluir los documentos que no se enfocaban en la infancia (0-6 años). Finalmente, se analizaron 29 artículos de acuerdo con el propósito del estudio, el tipo de tecnología utilizada, el método de investigación aplicado, las características de la muestra y los resultados observados. Las referencias fueron agrupadas y analizadas en cuatro categorías, de acuerdo con los grupos encontrados anteriormente con el software SciMAT: tecnologías digitales, codificación, alfabetización y enfoque pedagógico. Además, cada categoría se relacionó a las preguntas de investigación de este estudio. Se agregó la categoría "otros" para los documentos analizados que se centran en otros temas de investigación relevantes sobre tecnologías tangibles en la educación infantil. A continuación, se describen las referencias analizadas por categoría.

Tecnologías digitales

El estudio encontró diferentes tecnologías digitales utilizadas en la educación infantil, como dispositivos de Internet de las cosas (IoT) y dispositivos portátiles, tabletas y robots. Algunos autores (de la Guia et al., 2016) estudiaron el impacto y los beneficios del uso del IoT / tecnologías portátiles en el proceso de enseñanza. El método aplicado en el trabajo fue experimental (observación / encuesta) con 15 niños con una edad media de 7,33. Los autores encontraron que los niños y niñas se motivan más fácilmente en entornos IoT y con dispositivos portátiles que al jugar con una tableta. Llegaron a la conclusión de que los datos capturados por los dispositivos portátiles e IoT pueden ser una fuente invaluable de información para los instructores.

Marsh (2017) ha estudiado el papel y la naturaleza del juego en el uso que hacen los niños y niñas pequeños de juguetes que conectan dominios físicos y digitales. El tipo de tecnología utilizada fue principalmente tabletas y aplicaciones. Los métodos seguidos fueron una encuesta y observación directa. La encuesta se realizó con 2000 padres y madres de niños/as de 0-5 años y estudiaron un aula y en un solo caso realizó una observación directa. Descubrieron que el juego de los niños pequeños conecta cada vez más dominios digitales y no digitales y que los niños juegan con componentes digitales y no digitales conectados de formas complejas. Además, descubrieron que los dominios físicos y digitales, y los objetos inorgánicos incrustados en el juguete electrónico y la aplicación relacionada eran un elemento importante del juego. Determinaron el efecto predictivo de la duración del uso de la tecnología de niños de 5 a 6 años en sus niveles de habilidades sociales y estatus social. Los tipos de tecnologías estudiadas fueron televisión, computadoras portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes. Aplicaron diferentes cuestionarios ('Determinación del uso de la tecnología por parte de los niños: formulario para padres', 'Escala de evaluación de habilidades sociales', 'Escala de sociometría de imágenes' y 'Formulario de información personal') para padres de 162 niños de 5 y 6 años. antiguo. Los principales hallazgos de este estudio incluyen que el uso de tecnologías móviles no tuvo un efecto predictivo sobre el nivel de habilidad social, mientras que algunos dispositivos móviles tienen efectos predictivos sobre la preferencia social y el impacto social.

Edwards et al. (2018) identificaron la cognición de Internet de los niños pequeños y los niveles consecuentes de conciencia de ciberseguridad. Las tecnologías analizadas por este estudio fueron tabletas. Realizaron un estudio piloto como un ensayo aleatorio con 2 grupos (experimental y de control) formado por 48 niños en el grupo de intervención y 22 niños en el grupo de control ($n = 70$) y con edades comprendidas entre 4 y 5 años. La principal contribución de este estudio fue que los conceptos cotidianos probablemente constituyan la base del pensamiento de los niños pequeños sobre Internet como una plataforma para la educación en seguridad cibernética en los primeros años.

Pekka (2016) realizó un estudio sobre las ideas y deseos de los niños y niñas sobre el uso de medios digitales y juegos en el preescolar. El tipo de tecnologías digitales estudiadas fueron computadoras, tabletas, cámaras y televisión. El método seguido en el estudio incluyó dibujos de niños y un método de conversación (entrevistas). La muestra estaba formada por 103 niños de 5 a 6 años de edad de 5 jardines de infancia. Como principales resultados de este trabajo, descubrieron que el 83% de los niños y niñas expresaron su deseo de jugar juegos digitales en preescolar y que hacer juegos con niños es un método eficiente para practicar la alfabetización crítica de juegos. Además, los educadores de infantil han informado que las cámaras digitales son herramientas motivadoras y fáciles de usar para los niños y niñas y las tabletas ahora se usan principalmente para jugar en las aulas de preescolar y en el hogar.

Codificación / Programación

En esta sección describimos los artículos encontrados con respecto a la codificación/programación en la educación infantil.

Kanaki y Kalogiannakis (2018) estudiaron la enseñanza de conceptos básicos orientados a objetos, codificación/programación y pensamiento computacional utilizando teléfonos inteligentes. Usaron el método de observación. La muestra fue formada por niños de entre 4 y 8 años. Llegaron a la conclusión de que es posible introducir conceptos de programación orientada a objetos en un entorno de aprendizaje basado en juegos en los primeros años.

Otro artículo sobre codificación/programación fue presentado por Elikin, Sullivan y Bers (2016). Establecieron los conceptos básicos de programación utilizando el robot (KIBO) y el marco de desarrollo positivo de la tecnología. En el estudio observaron a 64 niños y niñas de 3 a 5 años de edad de 7 aulas. Llegaron a la conclusión de que los niños y niñas de tan solo 3 años de edad podían crear programas sintácticamente correctos para el robot KIBO, aunque los preescolares mayores (más cercanos a los 5 años) tuvieron un mejor desempeño que los preescolares más jóvenes en una tarea de programación estandarizada.

En este sentido, otro artículo relacionado fue desarrollado por Bers et al. (2014) sobre la enseñanza y el aprendizaje del pensamiento computacional con el plan de estudios TangibleK utilizando robots. El método seguido fue la prueba iterativa, el análisis y el refinamiento de una intervención educativa realizada con tres docentes y 53 niños y niñas, con edades promedio comprendidas entre 4,9-6,5 años. La conclusión fue que los manipuladores robóticos permiten que los niños y niñas desarrollen habilidades

motoras finas y coordinación mano-ojo al tiempo que participan en la colaboración y el trabajo en equipo. Debido a que los programas tangibles y los robots existen fuera de la pantalla, los niños se sienten atraídos por investigar el trabajo de otros niños, trabajar en colaboración y negociar materiales para compartir, así como desarrollar sus habilidades motoras finas. Los niños y niñas participan activamente en la resolución de problemas y aprenden ideas poderosas de la informática y la robótica, incluidos los conceptos básicos del pensamiento computacional.

Alfabetización

Varios artículos han analizado la alfabetización utilizando tecnologías en educación infantil. Ya-Huei, Ding y Glazewski (2017) estudiaron habilidades básicas de alfabetización, así como las prácticas de los docentes y la integración tecnológica de las aulas usando tabletas (Ipads). Realizaron observaciones directas en las aulas y entrevistaron a cuatro docentes. Descubrieron que los enfoques apropiados para el desarrollo involucraron a los estudiantes en proyectos de producción digital centrados en el niño.

Neuman (2018) realizó otro estudio sobre las habilidades emergentes de alfabetización con tabletas. Desarrollaron un estudio controlado aleatorio re-post-test con 48 niños de 2 a 5 años. La principal conclusión de este trabajo es que las tabletas pueden apoyar positivamente el nombre de la letra y el aprendizaje sólido y los aspectos del desarrollo emergente de la escritura.

Reeves, Gunter y Lacer (2017) estudiaron habilidades emergentes de lectoescritura y matemáticas con un grupo de estudiantes de educación infantil que usaban tabletas. Los objetivos principales del estudio incluyeron el uso de tecnología móvil para mejorar la instrucción, el uso de comentarios informales de los estudiantes para guiar la selección de aplicaciones y la determinación de cómo el aprendizaje móvil interactivo afectó el rendimiento académico. Aplicaron la Evaluación VPK a dos grupos (experimental y de control) y FLDOE a 28 niños (de 4 a 5 años) de 2 aulas de educación infantil. Descubrieron que los estudiantes pueden beneficiarse de una instrucción específica en las cuatro áreas de habilidades evaluadas en el estudio (es decir, conciencia fonológica, matemáticas y lenguaje oral y escrito). También concluyeron que el aprendizaje móvil utilizando la retroalimentación informal para guiar la instrucción aumentó significativamente la conciencia fonológica y las habilidades matemáticas de los estudiantes. Sin embargo, el aprendizaje móvil utilizando la retroalimentación informal de los estudiantes no tuvo un efecto significativo en el lenguaje oral de los estudiantes y sus habilidades de vocabulario.

Otros investigadores estudiaron el papel que juegan las experiencias digitales en los libros electrónicos y los juegos digitales emergentes de alfabetización (Neumann, Finger y Neuman, 2017). Realizaron una revisión de la literatura sobre textos digitales como libros electrónicos, y concluyeron que estas tecnologías pueden fomentar habilidades emergentes de alfabetización, pero los beneficios de los libros electrónicos pueden depender de su calidad.

Kervin (2016) estudió las habilidades básicas de alfabetización y el papel del 'juego digital' en las interacciones pedagógicas utilizando tabletas. El investigador realizó un

estudio cualitativo (entrevistas y observaciones semiestructuradas) con 6 familias (12 padres y 7 niños en edad preescolar). Las principales conclusiones incluyen que el juego digital puede ser lúdico y apoyar la creatividad, alentar la exploración y activar conexiones del mundo real. Además, las pantallas móviles y multitáctiles de las tecnologías de tableta han cambiado la forma en que los niños más pequeños interactúan con imágenes, sonidos e ideas.

Neumann y Neumann (2017) estudiaron la relación de las tabletas y la alfabetización emergente en niños/as pequeños en el hogar y en las aulas de preescolar. Realizaron una revisión de la literatura que encontró que las tabletas tienen el potencial de fomentar la escritura y el conocimiento de las letras.

Patchan y Puranik (2016) estudiaron cómo la tecnología podría apoyar las habilidades emergentes de escritura de los niños y niñas pequeños, en particular las tabletas. Llevaron a cabo dos evaluaciones individuales: nombrar y escribir cartas con 54 niños y niñas en edad preescolar (de 41 a 65 meses) en 21 grupos pequeños. Descubrieron que las tabletas ayudaron a los estudiantes a mejorar las habilidades de escritura, lectura y matemáticas. La experiencia táctil fue más beneficiosa para aprender a escribir en una tableta.

Schacter et al. (2016) probaron una intervención de tableta diseñada para mejorar el rendimiento matemático de los preescolares en riesgo. Se llevó a cabo un ensayo controlado aleatorio con 100 niños/as divididos en grupo experimental y de control. El grupo experimental de estudiantes tuvo un rendimiento estadísticamente significativamente mejor (d de Cohen = 0.57) que los estudiantes de comparación (grupo de control) en la prueba posterior.

Miller y Warschauer (2014) estudiaron la lectura electrónica usando tabletas a través de una revisión de la literatura. Descubrieron que las intervenciones de lectura compartida pueden mejorar el lenguaje oral y el conocimiento de la escritura de los niños/as pequeños.

Neumann (2016) analizó el uso en el hogar de los preescolares de las tabletas y la alfabetización emergente (escritura y lectura). Los niños y niñas completaron una evaluación de la alfabetización (nombre de letras y conocimiento de sonido, conocimiento de nombres numéricos, escritura de letras, recuperación inicial de fonemas) en la escuela. Los padres y madres completaron un cuestionario en el hogar sobre la demografía familiar y las actividades de alfabetización y el uso de las tabletas en el hogar. La muestra comprendió cincuenta y siete niños y niñas de edades comprendidas entre 2-4 años. Se encontró una asociación positiva entre el acceso a las aplicaciones y el conocimiento de la escritura. Se encontró una asociación positiva entre la escritura con tabletas y el conocimiento impreso y sonoro de las letras. Concluye que la escritura en una tableta digital puede ser una actividad clave para el aprendizaje temprano del lenguaje.

Neumann (2014) realizó un estudio sobre el acceso al hogar y el uso de tabletas para las habilidades emergentes de alfabetización (nombre y sonido de letras, identificación numérica, conceptos impresos y escritura de nombres). Evaluaron 109 niños y niñas de edades comprendidas entre 3-5 años.

Enfoques pedagógicos

Con respecto a los enfoques pedagógicos, encontramos en la literatura revisada lo siguiente: Construccinismo (Bers et al., 2014), ADDIE (Kanaki y Kalogiannakis, 2018), TPACK (Blackwel et al., 2016), Teoría de la autodeterminación (Alhinty, 2015), Desarrollo tecnológico positivo (Elkin, Sullivan y Bers, 2016; Sullivan y Bers, 2016; Bers et al., 2014), Theory of Mobile Learning (Alhinty, 2015) y Game Based Learning (Kanaki y Kalogiannakis, 2018). Además, Kucirkova (2017) propuso pautas para diseñar aplicaciones educativas para Ipads. El investigador realizó un taller de co-diseño con tres docentes. Luego, se propuso un marco “Marco de investigación, práctica y diseño” (iRPD) con principios clave para diseñar aplicaciones educativas para iPad. Blackwell et al. (2016) estudiaron la influencia de los factores contextuales TPACK en los educadores de infantil para el uso de tabletas. Se realizó una encuesta con 411 educadores de niños y niñas de 3 a 5 años en programas preescolares. Los principales hallazgos fueron que los docentes usan diferentes tipos de aplicaciones (alfabetización, STEM y aplicaciones generales) y sus actitudes hacia el valor de la tecnología para ayudar al aprendizaje de los niños y niñas son fundamentales para comprender cómo los docentes incorporan tabletas en el entorno de aprendizaje. Neumann (2017) estudió los tipos de comportamientos de andamiaje (andamiaje cognitivo, afectivo y técnico) proporcionados por los padres durante las actividades de tabletas conjuntas relacionadas con la edad del niño/a y el uso en el hogar. El investigador aplicó la observación y la grabación de vídeo de actividades y un cuestionario a cincuenta y cinco padres, madres e hijos/as (edad media del niño = 3.49 años). La conclusión principal fue que los niños y niñas más pequeños requieren más soporte por parte de los padres y madres.

Alhinty (2015) estudió las posibilidades educativas y motivadoras de las aplicaciones de tabletas en 22 niños y niñas para la enseñanza y el aprendizaje del inglés como lengua extranjera utilizando un diseño de estudio de caso cualitativo exploratorio. La investigación se centró en el estudio de la motivación utilizando la teoría de la autodeterminación. Los resultados indican que las posibilidades tecnológicas de las tabletas y su capacidad para mediar y alentar la interacción social y el aprendizaje colaborativo motivan a los niños y niñas a usar tabletas para aprender inglés tanto en el aula como más allá de la misma.

Otros hallazgos

A pesar de los grupos analizados previamente, en los documentos encontramos otros resultados importantes. Sullivan y Bers (2016) estudiaron intervenciones tecnológicas utilizando robots en infantil. Realizaron una investigación cualitativa basada en entrevistas (pre-post) y una rúbrica (Solve-its) con 45 niños y niñas de 4-7 años. Descubrieron que los niños y niñas pequeños comenzaban a formarse opiniones sobre qué tecnologías y herramientas serían más adecuadas para niños y niñas. No se encontraron diferencias significativas entre niños y niñas en la robótica y tareas simples de programación. Los niños se desempeñaron significativamente mejor que las niñas en las tareas de programación avanzadas, como el uso de bucles repetidos con parámetros de sensor.

Moore y Keys (2015) realizaron una investigación cualitativa para analizar las interacciones sociales utilizando tabletas. La muestra fue formada por de educación infantil. Encontraron una variedad de arreglos espaciales y gestión del compromiso de los niños y niñas con las tabletas (es decir, algunos docentes usaron temporizadores y listas de espera para regular la cantidad de tiempo que los niños y niñas pasaron trabajando con herramientas digitales).

Arnott, Grogan y Duncan (2016) estudiaron el desarrollo de la creatividad con niños y niñas de 3 a 5 años usando tabletas. Analizaron diarios en vídeo y la observación de los niños usando tablas. Los principales hallazgos incluyeron que la tableta ofrecía un mecanismo para permitir a los niños y niñas articular su juego creativo.

Fleer (2014) analizó las relaciones entre el juego y el aprendizaje con tabletas digitales a través de la observación en video de 25 niños y niñas, con edades comprendidas entre 3,3 y 4,4 (media de 3,8 años). El estudio encontró un nuevo tipo de relaciones entre el juego y el aprendizaje: la actividad con la tableta se puede conceptualizar como micro movimientos consistentes e iterativos dentro de un entorno de actividad concreto.

Price, Jewitt y Crescenci (2015) estudiaron las interacciones táctiles (el uso de las manos y los dedos para tocar las tabletas) a través de la observación en vídeo de niños y niñas en una actividad libre de pintar con los dedos y colorear tanto en papel como en entornos digitales. Se analizaron las interacciones de once niños y niñas de 4 años. Encontraron beneficios y limitaciones diferenciales del uso de tabletas (o tecnologías de pantalla táctil) en contextos de aprendizaje preescolar, y en general parecen sugerir que estas tecnologías deberían usarse como complemento de otras actividades, sin disminuir la priorización de lo sensorial y otras experiencias, como la pintura, en esta etapa del desarrollo infantil. Además, encontraron más interacción con el dedo índice.

Conclusiones

En este capítulo presentamos una revisión sistemática sobre tecnologías tangibles en la educación infantil siguiendo el método propuesto por Tsafnet et al. (2014) Después del análisis automático de 1.485 artículos con la herramienta de software Science Mapping Analysis (SciMAT) y un análisis completo de 29 artículos, vamos a responder las preguntas de investigación de este trabajo.

En cuanto a la pregunta 1 sobre ¿qué tecnologías tangibles se han utilizado en la educación infantil ?, si observamos la agrupación, el grupo de tecnologías digitales está directamente relacionado con ésta pregunta. Las palabras más citadas que se encontraron vinculadas a este agrupamiento fueron tecnologías, tabletas, texto, perspectiva y colaboración. Como podemos ver, este tipo de análisis no nos dice mucho sobre el tipo de tecnologías utilizadas en la educación infantil. Sin embargo, en el análisis de documentos descubrimos que las tecnologías tangibles utilizadas en educación infantil son tabletas (en particular, Ipads), teléfonos inteligentes, robots, computadoras portátiles, televisión, cámaras, IoT y dispositivos portátiles. Además, como aplicaciones se han utilizado apps, libros electrónicos y juegos digitales.

Sobre la pregunta 2 de ¿cuál ha sido el uso educativo de las tecnologías tangibles en la infancia?, observamos en la agrupación que la codificación/programación es un área

importante de trabajo en la educación infantil, y en torno a ella, la investigación desarrollada aborda los temas de género, STEAM y pensamiento computacional en las escuelas. Luego, el análisis de documentos reafirma este hallazgo, observando que los niños y niñas que usan robots tangibles, tabletas y teléfonos inteligentes pueden aprender a codificar/programar, mientras desarrollan habilidades motrices finas, coordinación mano-ojo y colaboración, entre otras habilidades.

El otro uso educativo principal de tecnologías tangibles encontradas a través de la agrupación fue la "alfabetización". De las palabras en torno a este grupo (educación infantil, Ipads, tecnologías móviles, tabletas con pantalla táctil e idioma), solo "lenguaje" se refiere al uso educativo de tecnologías tangibles. Sin embargo, en el análisis de documentos descubrimos que las tabletas ayudaron a los estudiantes a mejorar las habilidades de escritura, lectura y matemáticas, y las aplicaciones, libros electrónicos y juegos se han utilizado como herramientas digitales.

En el caso de la pregunta 3, sobre ¿qué enfoque pedagógico están detrás de las tecnologías tangibles en la educación infantil?, encontramos en la agrupación de las siguientes palabras clave en torno al enfoque pedagógico: aprendizaje basado en juegos, necesidades especiales, aula y motivación. Pero, en el análisis de documentos, encontramos varios enfoques y marcos pedagógicos utilizados en la educación infantil con tecnologías tangibles como: construccionismo, ADDIE, TPACK, teoría de la autodeterminación, desarrollo tecnológico positivo, teoría del aprendizaje móvil y aprendizaje basado en juegos. Este conjunto de principios ha sido utilizado en el diseño de aplicaciones educativas por diseñadores, para diseñar actividades educativas por parte de docentes o para apoyar el andamiaje de los padres en el uso de tecnologías educativas en el hogar.

Además, otros temas de investigación relacionados con tecnologías tangibles y educación infantil que se han encontrado en esta revisión incluyen: intervenciones de género y educación infantil, interacciones sociales, creatividad, relación de juego y aprendizaje y experiencias sensoriales (usos de manos y dedos para tocar).

Finalmente, tenga en cuenta que los resultados presentados en este capítulo muestran las tendencias actuales en tecnologías tangibles y educación infantil, pero, con algunas limitaciones, debido a la exclusión de documentos escritos en otros idiomas diferentes al inglés y / o publicados en revistas y conferencias que no incluyen en el WoS.

Referencias

- Alhinty, M. (2015). English-Language Learning at their Fingertips: How Can Teachers Use Tablets to Teach EFL Children?. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 7(2), 45-63.
- Antle, A. N. (2007). The CTI framework: informing the design of tangible systems for children. *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction*. ACM.
- Antle, A. N. & Alyssa F. (2013). Getting down to details: Using theories of cognition and learning to inform tangible user interface design." *Interacting with Computers* 25.1: 1-20.

- Arnott, L., Deirdre G. & Pauline D. (2016). Lessons from using iPads to understand young children's creativity. *Contemporary Issues in Early Childhood* 17, no. 2: 157-173.
- Bers, M.U., Flannery L., Kazakoff E. & Sullivan A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education* 72:5-157.
- Blackwell, C. K., Lauricella A. & Wartella E. (2016). The influence of TPACK contextual factors on early childhood educators' tablet computer use. *Computers & Education* 98: 57-69.
- Blum-Ross, A., Donoso, V., Dinh, T., Mascheroni, G., O'Neill, B., & Riesmeyer, C. (2018). Looking forward: Technological and social change in the lives of European children and young people.
- de la Guía, E., López-Camacho V., Orozco-Barbosa L., Brea-Luján V., Ruiz-Penichet, V. & Lozano-Pérez M. (2016). Introducing IoT and Wearable Technologies into Task-Based Language Learning for Young Children. In *TLT*, vol. 9, no. 4, pp. 366-378.
- Dunn, J., Gray C., Moffett P. & Mitchell D. (2018). It's more funner than doing work: children's perspectives on using tablet computers in the early years of school. *Early Child Development and Care* 188, no. 6: 819-831.
- Edwards, S., Nolan, A., Henderson, M., Mantilla, A., Plowman, I. & Skouteris H. (2018). Young children's everyday concepts of the internet: A platform for cyber-safety education in the early years. *British Journal of Educational Technology* 49, no. 1: 45-55.
- Elkin, M., Sullivan A. & Umaschi Bers, M. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Computers in the Schools* 33, no. 3: 169-186.
- Fleer, M. (2014). "The demands and motives afforded through digital play in early childhood activity settings." *Learning, Culture and Social Interaction* 3, no. 3: 202-209.
- Granic, I., Lobel A. & Engels R. (2014). The benefits of playing video games. *American psychologist* 69, no. 1: 66.
- Ogelman, G., Güngör H., Körükçü O. & Sarkaya H. (2018). Examination of the relationship between technology use of 5–6 year-old children and their social skills and social status. *Early Child Development and Care* 188, no. 2: 168-182.
- ISFE (2012). Retrieved from: <http://www.isfe.eu/videogames-europe-2012-consumer-study>.
- Ishii, & Brygg U. (1997). Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems*. ACM.
- Kanaki, K. & Kalogiannakis M. (2018). Introducing fundamental object-oriented programming concepts in preschool education within the context of physical science courses. *Education and Information Technologies*: 1-26.
- Kervin, L. K. (2016). Powerful and playful literacy learning with digital technologies: 64.
- Kucirkova, N. (2017): iRPD—A framework for guiding design-based research for i P ad apps. *British Journal of Educational Technology* 48, no. 2: 598-610.
- Lu, Y., Ottenbreit-Leftwich, A., Ding, A. & Glazewski K. (2017). Experienced iPad-Using Early Childhood Teachers: Practices in the One-to-One iPad Classroom. *Computers in the Schools* 34, no. 1-2: 9-23.
- Markova, M.S., Wilson, A. & Stumpf S. (2012). Tangible user interfaces for learning. *International Journal of Technology Enhanced Learning* 4.3-4: 139-155.

- Marsh, J. A. (2017). The internet of toys: A posthuman and multimodal analysis of connected play. *Teachers College record* (1970) 119, no. 15.
- Marshall, P. (2007). Do tangible interfaces enhance learning?. In *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction*. ACM.
- Martínez, M^a. A., Cobo, M., Herrera, M. & Herrera-Viedma, E. (2015). Analyzing the scientific evolution of social work using science mapping. *Research on Social Work Practice* 25, no. 2: 257-277.
- Mertala, P. (2016). Fun and games-Finnish children's ideas for the use of digital media in preschool. *Nordic Journal of Digital Literacy* 11, no. 04: 207-226.
- Miller, E. B. & Warschauer, M. (2014). Young children and e-reading: research to date and questions for the future." *Learning, Media and Technology* 39, no. 3: 283-305.
- Montessori, M. (1917). *The Advanced Montessori Method*. Vol. 1. Frederick A. Stokes Company.
- Moore, H. & Adair J. (2015). I'm just playing iPad: Comparing prekindergarteners' and preservice teachers' social interactions while using tablets for learning." *Journal of Early Childhood Teacher Education* 36, no. 4: 362-378.
- Nácher-Soler, V. E., García Sanjuan, F., & Jaén Martínez, F. J. (2015). Game technologies for kindergarten instruction: Experiences and future challenges. *CEUR Workshop Proceedings*.
- Neumann, M. M. (2014). An examination of touch screen tablets and emergent literacy in Australian pre-school children. *Australian Journal of Education* 58, no. 2: 109-122.
- Neumann, M. (2017). Parent scaffolding of young children's use of touch screen tablets. *Early Child Development and Care*: 1-11.
- Neumann, M. (2018). Using tablets and apps to enhance emergent literacy skills in young children. *Early Childhood Research Quarterly* 42: 239-246.
- Neumann, M. (2016). Young children's use of touch screen tablets for writing and reading at home: Relationships with emergent literacy. *Computers & Education* 97: 61-68.
- Neumann, M. & Neumann, D. (2017). The use of touch-screen tablets at home and pre-school to foster emergent literacy. *Journal of Early Childhood Literacy* 17, no. 2: 203-220.
- Neumann, M., Finger, G. & Neumann D. (2017). A conceptual framework for emergent digital literacy. *Early Childhood Education Journal* 45, no. 4: 471-479.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Patchan, M. & Puranik, C. (2016). Using tablet computers to teach preschool children to write letters: Exploring the impact of extrinsic and intrinsic feedback. *Computers & Education* 102: 128-137.
- Price, S., Jewitt, C. & Crescenzi, L. (2015). The role of iPads in pre-school children's mark making development. *Computers & Education* 87: 131-141.
- Read, J. & Bekker, M. (2011). The nature of child computer interaction. In *Proceedings of the 25th BCS conference on human-computer interaction*, pp. 163-170. British Computer Society.

- Reeves, J., Gunter, G. & Lacey C. (2017). Mobile Learning in Pre-Kindergarten: Using Student Feedback to Inform Practice. *Educational Technology & Society* 20, no. 1: 37-44.
- Schacter, J., Shih, J., Allen, C., DeVaul, L., Adkins, A., Ito, T. & Jo, B. (2016). Math shelf: A randomized trial of a prekindergarten tablet number sense curriculum. *Early Education and Development* 27, no. 1: 74-88.
- Slutsky, R. & DeShetler, L. (2017). How technology is transforming the ways in which children play. *Early Child Development and Care* 187, no. 7: 1138-1146.
- Sullivan, A. & Umashi Bers, M. (2016). Girls, boys, and bots: Gender differences in young children's performance on robotics and programming tasks. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice* 15: 145-165.
- Tsafnat, G., Glasziou, P., Choong, M., Dunn, A., Galgani, F. & Coiera, E. (2014). Systematic review automation technologies. *Systematic reviews* 3, no. 1: 74.
- Turkle, S. (2017). *Alone together: Why we expect more from technology and less from each other*. Hachette UK.
- Zuckerman, O., Arida, S. & Resnick, M. (2005). Extending tangible interfaces for education: digital Montessori-inspired manipulatives. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 859-868. ACM.

CAPÍTULO 3.

ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y USO EFECTIVO DE TECNOLOGÍAS EN EDUCACIÓN INFANTIL: UN CASO DE ESTUDIO

Síntesis de los artículos:

Bers , M. U., González González, C., & Armas Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. Computers & Education 138, 130 145. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>.

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519300995>

Incluido en el Anexo 3

González González, C. S. (2019). Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva. Revista Interuniversitaria De Investigación En Tecnología Educativa, (7).

<https://doi.org/10.6018/riite.405171>

Disponible en: <https://revistas.um.es/riite/article/view/405171>

Incluido en el Anexo 7

RESUMEN

En los últimos años, ha habido un impulso para introducir la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional en la educación, y la robótica es una excelente herramienta para lograr esto. Sin embargo, la integración de estas habilidades fundamentales en los planes de estudio formales y oficiales sigue siendo un desafío y los educadores necesitan perspectivas pedagógicas para integrar adecuadamente los conceptos de robótica, programación y pensamiento computacional en sus aulas. Por lo tanto, en éste capítulo se presenta una propuesta educativa de enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional y la programación para la educación infantil basada en los principios del movimiento “maker”, el marco de Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD), la educación inclusiva y el aprendizaje a través del juego. Luego, se presenta un estudio que evalúa una experiencia utilizando el kit de robótica KIBO, especialmente diseñado para la educación infantil. La investigación se realizó con niños y niñas en edad preescolar de 3 a 5 años (N = 172) de tres centros españoles de educación infantil con diferentes características socioeconómicas y con el profesorado de 16 clases. Los resultados confirman que es posible comenzar a enseñar esta nueva alfabetización muy temprano (desde los 3 años). Además, los resultados muestran que las estrategias utilizadas promovieron la comunicación, la colaboración y la creatividad en el aula. El profesorado también mostró autonomía y confianza para integrar la programación y el pensamiento computacional en sus actividades curriculares formales, conectando sus conceptos con el arte, la música y ciencias sociales. A través de la evidencia encontrada en este estudio, esta investigación contribuye con ejemplos de estrategias efectivas para introducir la robótica, la programación y el pensamiento computacional en las aulas de educación infantil.

Palabras clave: aprendizaje cooperativo / colaborativo; estrategias de enseñanza / aprendizaje, mejora de la enseñanza en el aula, educación infantil.

Introducción

Los niños y niñas de todo el mundo están siendo criados en entornos saturados de dispositivos inteligentes. Al mismo tiempo, existe una creciente necesidad de una fuerza laboral futura que comprenda la tecnología, y tal y como se ha visto en el Capítulo 1, dada esta nueva realidad, los programas educativos nacionales y las iniciativas privadas se están centrando en la alfabetización STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), haciendo de la codificación/programación y el pensamiento computacional una prioridad para la educación (Manches y Plowman, 2017). Sin embargo, la investigación ha encontrado que las intervenciones educativas en la educación infantil están relacionadas con costos más bajos y efectos más duraderos que las intervenciones que comienzan más tarde (Cunha y Heckman, 2006). Además, algunos estudios demuestran estereotipos basados en el género que involucran carreras STEM (Metz, 2007; Steele, 1997) y menos obstáculos para ingresar a la fuerza laboral (Madill et al., 2007; Markert, 1996) cuando los niños/as están expuestos a STEM en la infancia (Metz, 2007; Steele, 1997).

Por otra parte, diferentes estudios han demostrado el potencial de la educación en robótica en los primeros años (Jung y Won, 2018). Algunos de ellos han presentado métodos para implementar un plan de estudios robótico (Autores, 2010), para evaluar las habilidades de pensamiento computacional (Román-González, Moreno-León y Robles, 2019; Siu-Cheung, 2019; Chen et al., 2017), para desarrollar funciones ejecutivas (Di Lieto et al., 2017), actitudes hacia la sociedad y la ciencia (Kandlhofer y Steinbauer, 2016) y las características tecnológicas de los robots y las interacciones (Burlson et al., 2017; Vogt et al., 2017; Serholt, 2018). Sin embargo, la investigación sobre robótica y pensamiento computacional en la educación infantil aún se encuentra en sus primeras etapas (Öztürk y Calingasan, 2018; Ching, Hsu y Baldwin, 2018; Guanhua et al., 2017; García-Peñalvo y Mendes, 2017). Varios estudios se han centrado en aspectos tecnológicos o de interacción con la tecnología o en currículos de robótica, en lugar de como el alumnado se involucra y aprende y cómo los docentes introducen las nuevas habilidades en sus aulas y currículos (Jung y Won, 2018; Serholt, 2018; Vogt et al., 2017).

Por ello, a través de la realización de una estancia de investigación con un grupo experto en educación infantil y robótica liderado por la profesora Marina Umaschi Bers, se estudió el modelo pedagógico-tecnológico desarrollado por el grupo de investigación “DevTech” utilizando el robot KIBO. Concretamente, los objetivos que se persiguieron fueron:

- a) Diseñar un programa formativo dirigido al profesorado de Educación Infantil que permita dotarles de la metodología y herramientas que puedan utilizar en el aula para el desarrollo de diferentes actividades que ayuden al aprendizaje, por parte del alumnado, de las diferentes materias que componen este nivel educativo.
- b) Investigar las tecnologías, las metodologías, las estrategias y en las tendencias actuales de enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional.
- c) Proponer mejoras y adaptaciones en las metodologías para una enseñanza inclusiva del pensamiento computacional.

Además, en dicha estancia, se propuso adecuar y replicar el estudio realizado en Singapur por el DEVTECH sobre la formación de profesorado y experimentación en colegios de Educación Infantil del país (Sullivan y Bers, 2017), al ser el primer país que introdujo la enseñanza del pensamiento computacional en todas las escuelas de educación infantil, y realizar la adaptación a la educación infantil en la Comunidad Autónoma de Canarias.

En este capítulo se describirán los fundamentos y propuesta de estrategias educativas, para luego presentar los principales resultados obtenidos en el estudio realizado en Canarias aplicando dicha propuesta metodológica.

Fundamentos

En esta sección se describirán los principios pedagógicos y las principales estrategias de una propuesta inclusiva de enseñanza del pensamiento computacional y la programación para la educación, los cuales pueden verse en (González-González, 2019) (Anexo 7). Dicha propuesta ha sido validada en diferentes estudios realizados y descritos en (Bers, González y Armas, 2019; González et al., 2019; González, Cáceres y Violant, 2019).

Luego de estudiar las infraestructuras tecnológicas y metodologías empleadas en laboratorios de robótica infantil, el diseño de entorno que se propone en éste trabajo se basa en el movimiento de Maker (Halverson et al., 2014) y los principios pedagógicos del Desarrollo Tecnológico Positivo (Bers, 2008), ambos basados en el Construccinismo (Papert, 1993), además de los principios de educación inclusiva y el aprendizaje a través de juegos. Además, sigue los principios pedagógicos establecidos para la educación infantil de (DECRETO 183/2008):

- *Actividad y experimentación*: los niños y niñas captan la información a través de los sentidos, actuando, manipulando objetos físicos y experimentando.
- *Individualización*: supone la adaptación a diferentes niveles de desarrollo de los niños y niñas, y a sus intereses, necesidades, posibilidades cognitivas, sociales, afectivas y motrices.
- *Enfoque globalizador*: supone partir de lo concreto, conocido y experimentado por los niños y niñas, plantear actividades adaptadas a sus intereses y capacidades y conectar lo conocido con la nueva información permitiendo el progreso de cada niño/a según su propio ritmo.

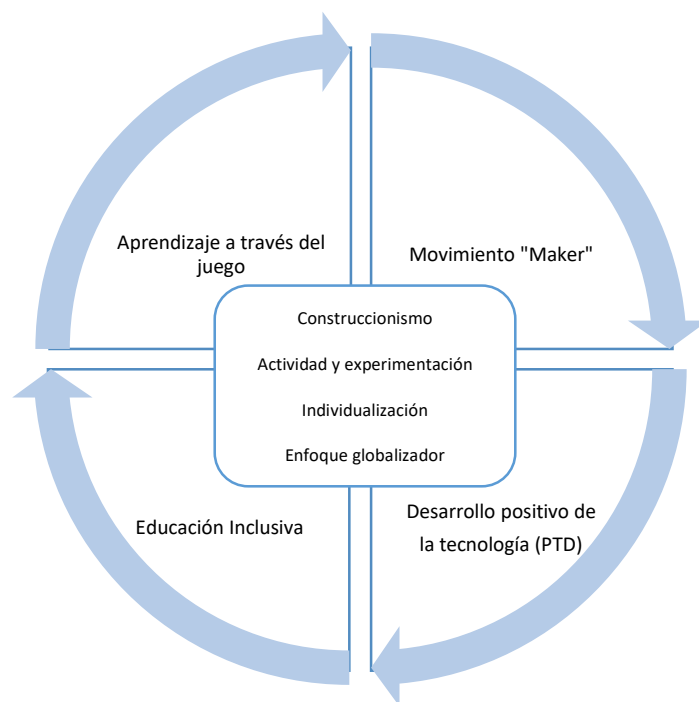


Figura 1. Principios pedagógicos de la propuesta educativa de enseñanza de pensamiento computacional y la programación para la educación infantil.

A continuación, se describirán los principales principios pedagógicos de la propuesta.

Movimiento “Maker”

El movimiento “maker”, iniciado hace una década, se ha extendido por todo el mundo con diferentes formatos, organizaciones y estructuras (hackerspaces, techshops, fablabs, espacios de talleres de clases, librerías, etc.) (Preddy, 2013, Hira, Hira y Hynes, 2014, Thompson, 2014). Los “makerspaces” se basan en una ideología constructivista integral para formar un enfoque construccionista de la educación (Kurti, Kurti y Fleming, 2014), siguiendo los principios de Jean Piaget y Seymour Papert de aprender haciendo. Los principios constructivistas y construccionistas, a través de su énfasis en las oportunidades educativas activas, han llevado al desarrollo de la cultura creadora y enfoques enfocados en STEM para el aprendizaje y la participación de los estudiantes (Hamir et al., 2015). Así, el conocimiento del aprendiz se construye creando e interactuando con objetos físicos. Por lo tanto, los espacios de construcción son una gran oportunidad para llevar la alfabetización mediática y las habilidades 21 a la gente, como educación formal (en las escuelas) o informal (en las comunidades). Pero, el profesorado y las comunidades necesitan guías, herramientas y capacitación, y más investigación sobre cómo diseñar espacios para promover el aprendizaje basado en la realidad en diferentes contextos (escuelas, bibliotecas, comunidades, etc.) y los usuarios (niños/as, adolescentes y adultos).

Además, según los modelos construccionistas, los estudiantes aprenden mejor haciendo objetos tangibles. En este sentido, Papert argumentó que, debido a las propiedades particulares de los objetos físicos ofrecidos a los niños/as, limitan o

mejoran lo que pueden construir, crear y aprender (Blikstein, 2018). La investigación ha demostrado que los objetos con *affordances* perceptuales y manipulativos afectan la imaginación de los niños/as pequeños (2-5 años de edad). Sin embargo, la mayoría de los estudios aceptan que "los objetos actúan como herramientas de desarrollo psicológico que tienen efectos inmediatos en los comportamientos de los niños/as" (Chu et al., 2015). De este modo, para que un objeto sea eficaz en el apoyo a la imaginación, debe permitir pasar "de la acción en respuesta a la percepción de los objetos a la acción generada y controlada por las ideas" (Chu et al., 2015).

Teniendo en cuenta los principios *maker*, se realizó una propuesta de *makerspaces* para la educación infantil que puede verse en (González y Aller, 2019).

Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD)

En cuanto a la metodología que se propone seguir, se sustenta en los principios del Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD) (Bers, 2008). El marco del PTD guía el desarrollo, la implementación y la evaluación de programas educativos que utilizan las nuevas tecnologías para promover el aprendizaje como un aspecto del desarrollo positivo de los niños y niñas. El marco pedagógico PTD es una extensión natural de la alfabetización informática y los movimientos tecnológicos que han influido en el mundo de la educación, añadiendo a los elementos cognitivos componentes psicosociales y éticos. Desde un punto de vista teórico, el marco pedagógico PTD se basa en un enfoque interdisciplinario que integra ideas de los campos de la comunicación mediada por ordenador, el aprendizaje colaborativo apoyado por ordenadores y la teoría construccionista del aprendizaje desarrollada por Seymour Papert (1993).

Como marco teórico, PTD propone seis comportamientos positivos (seis C) que deben ser apoyados por actividades educativas que utilizan nuevas tecnologías, como, por ejemplo, la robótica. Estos seis comportamientos son: la creación, la creatividad, la comunicación, la colaboración, la construcción de la comunidad y las opciones de conducta. Por tanto, siguiendo el marco PTD, en una actividad educativa basada en tecnología se propone que los niños y niñas desarrollen los siguientes comportamientos:

1. *Creación de contenidos*, mediante el diseño del robot y la programación de sus comportamientos. El proceso de diseño de ingeniería de la construcción y el pensamiento computacional involucrados en la programación fomentan la competencia en la alfabetización informática y la fluidez tecnológica. El uso de los "Diarios de Diseño de Ingeniería" (Figura 1) permite que los propios niños y niñas, así como para los docentes y la familia, puedan documentar su propio pensamiento, sus trayectorias de aprendizaje y la evolución del proyecto desarrollado con el robot KIBO en el tiempo.
2. *Creatividad*, realizando y programando proyectos personalmente significativos, resolviendo problemas de forma creativa y lúdica, integrando diferentes medios como robótica, motores, sensores, materiales reciclables, creando arte a través de un lenguaje de programación tangible con el robot.
3. *Colaboración*, involucrando a las niñas y niños en un ambiente de aprendizaje que promueva el trabajo en equipo, compartir recursos y preocuparse unos de otros mientras trabajan con sus robots. Al principio de cada jornada de trabajo,

cada niño/a recibe, junto con su diario de diseño, una impresión personalizada con su fotografía en el centro de la página y las fotografías y nombres de todos los demás niño/as de la clase dispuestos en un círculo. A lo largo del día, con el mensaje del docente, cada niño/a dibuja una línea de su propia foto hacia las fotos de los niño/as con los que ha colaborado. La colaboración se define aquí como obtener ayuda o ayudar con un proyecto, programar juntos, prestar o pedir prestado material o trabajar juntos en una tarea común. Al final de la semana, los niño/as deben escribir o dibujan "tarjetas de agradecimiento" a los niño/as con los que han colaborado más.

4. *Comunicación*, a través de mecanismos que promuevan un sentido de conexión entre pares o con adultos. Por ejemplo, a través del uso de los círculos tecnológicos, cuando los niños/as dejan de trabajar, ponen sus proyectos sobre la mesa o el piso y comparten su proceso de aprendizaje. Los círculos tecnológicos representan una buena oportunidad para resolver problemas como comunidad. Algunos docentes invitan a todos los niños y niñas a sentarse juntos en un círculo para resolver problemas entre todos. También puede ser útil hacer un "Estacionamiento Robot" para que todos los robots puedan ir mientras no se están trabajando, de modo que los niños/as tengan las manos vacías y puedan concentrarse en los círculos tecnológicos. Cada aula tendrá sus propias rutinas y expectativas en torno a discusiones de grupo y tiempos dedicados al círculo, por lo que se anima a los docentes a adaptar lo que ya funciona en su clase para los círculos tecnológicos de esta propuesta didáctica.
5. *Construcción de la comunidad*, a través de promover la contribución de ideas en la comunidad de aprendizaje. Los proyectos finales realizados por los niños y niñas son compartidos con la comunidad a través de una demostración o una exposición abierta. Estas demostraciones o exposiciones brindan oportunidades para que los niños y niñas compartan y celebren el proceso y los productos tangibles de su aprendizaje con la familia y los amigos. A los niños y niñas se le da la oportunidad no sólo de ejecutar su robot, y al mismo tiempo, pueden desempeñar el papel de docente al explicar a su familia cómo lo construyeron, programaron y trabajaron a través de problemas.
6. *Opciones de conducta*, que proporcionan a los niños y niñas la oportunidad de experimentar con preguntas de "qué pasa si" y las consecuencias potenciales de cada opción. Estas preguntas permiten examinar los valores y explorar los rasgos de carácter de los niños y niñas al mismo tiempo que se trabaja con la robótica. El enfoque en aprender acerca de la robótica es tan importante como ayudar a los niños y niñas a desarrollar una brújula interior para guiar sus acciones de una manera justa y responsable. Una manera de alentar las opciones positivas es mediante el uso de "insignias de expertos/as". Los niños y niñas que dominan los conceptos rápidamente pueden ganar insignias expertas (una calcomanía para que se pongan). Un niño/a que lleva una insignia de experto/a utiliza el resto del período de clases ayudando a los estudiantes que tienen dificultades con los conceptos que han dominado.

Educación Inclusiva

La educación es un derecho humano que debe ser asumido por las escuelas (Declaración Mundial de los Derechos humanos, art. 26), y por tanto debe respetar la diversidad y asegurar que todas las personas tengan acceso a la misma. Desde este punto de vista, la UNESCO (2004, pág. 14), define a la educación inclusiva de la siguiente manera:

“La educación inclusiva puede ser concebida como un proceso que permite abordar y responder a la diversidad de las necesidades de todos los educandos a través de una mayor participación en el aprendizaje, las actividades culturales y comunitarias y reducir la exclusión dentro y fuera del sistema educativo. Lo anterior implica cambios y modificaciones de contenidos, enfoques, estructuras y estrategias basados en una visión común que abarca a todos los niños en edad escolar y la convicción de que es responsabilidad del sistema educativo regular educar a todos los niños y niñas. El objetivo de la inclusión es brindar respuestas apropiadas al amplio espectro de necesidades de aprendizaje tanto en entornos formales como no formales de la educación. La educación inclusiva, más que un tema marginal que trata sobre cómo integrar a ciertos estudiantes a la enseñanza convencional, representa una perspectiva que debe servir para analizar cómo transformar los sistemas educativos y otros entornos de aprendizaje, con el fin de responder a la diversidad de los estudiantes. El propósito de la educación inclusiva es permitir que los maestros y estudiantes se sientan cómodos ante la diversidad y la perciban no como un problema, sino como un desafío y una oportunidad para enriquecer las formas de enseñar y aprender”.

La educación inclusiva puede ser vista como un principio y como derecho positivo, en donde se deben buscar las condiciones necesarias para que las personas puedan disfrutarlo efectivamente, eliminando las barreras y cualquier tipo de discriminación (Sarrionandía y Ainscow, 2011). Por tanto, nuestra propuesta educativa contempla como principio de educación inclusiva, atendiendo a la diversidad del alumnado y adaptando la práctica educativa a las características personales, intereses y necesidades de los niños y niñas. De esta forma, se contribuye a su desarrollo integral de los niños y niñas, dada la importancia que en estas edades adquieren el ritmo y el proceso de maduración. Nuestra propuesta promueve, además, la utilización de estrategias metodológicas para favorecer la atención a la diversidad (tutoría entre iguales, coevaluación, aprendizaje cooperativo, etc.). Asimismo, incluye principios de igualdad de género, promoviendo en las actividades la reflexión sobre roles y estereotipos en la ingeniería, y la utilización de lenguaje no sexista.

Aprendizaje a través del juego

Un elemento clave a tener en cuenta en la educación de los niños y niñas pequeños es el “aprendizaje a través del juego” o el “aprendizaje lúdico”. Jugar es una de las formas más importantes en que los niños/as pequeños adquieren conocimientos y habilidades esenciales. Por esta razón, se deben brindar oportunidades y entornos que promuevan el juego, la exploración y el aprendizaje práctico para crear un programa educativo efectivo en la educación infantil (UNICEF, 2018). Algunas de las características de las experiencias lúdicas definen que al juego como (Zosh et al., 2017):

- *Significativo*: Los niños y niñas juegan para dar sentido al mundo que los rodea, y encuentran significado en la experiencia al conectarla con algo ya conocido. A través del juego, niños y niñas expresan y expanden la comprensión de sus experiencias.
- *Alegría*: Si observamos a los niños/a (o incluso a los adultos), jugando, podemos ver que a menudo sonríen y se divierten. Aunque el juego puede tener momentos de frustración y presentar retos a superar, en general las emociones que se despiertan son de disfrute, motivación y placer.
- *Atracción*: Si observamos a los niños/as jugando, podemos ver que se participan activamente, con compromiso, y combinan diferentes estados, tanto físico como mental.
- *Iterativo*: Los niños/a juegan para practicar habilidades, intentando y probando diferentes posibilidades, revisando hipótesis y descubriendo nuevos desafíos que conducen a un aprendizaje más profundo.
- *Interacción social*: El juego les permite a los niños/as comunicar ideas, les ayuda a entender a los demás a través de interacción social, construyendo relaciones más fuertes a través de una mejor comprensión de las mismas.

Un aspecto importante del juego es el control que tienen los niños/as sobre la experiencia, en cuanto a su iniciativa, toma de decisiones y elecciones personales sobre el juego. Por otra parte, los niños/as aprenden habilidades críticas para su desarrollo mientras juegan, sin pensar que su objetivo es aprender algo. El juego crea poderosas oportunidades de aprendizaje en todas las áreas de desarrollo infantil, incluidos los motores, cognitivos y las habilidades sociales y emocionales (Zosh et al., 2017).

Los niños y niñas son aprendices "prácticos": adquieren conocimiento a través de la interacción lúdica con objetos y personas (Resnick y Robinson, 2017). Necesitan mucha práctica con objetos físicos para comprender conceptos abstractos. Por ejemplo, jugando con bloques geométricos entienden el concepto de que dos cuadrados pueden formar un rectángulo y dos triángulos pueden formar un cuadrado o en un baile, pueden aprender un patrón como dar un paso adelante, dar un paso atrás girar, aplaudir y repetir, y comienzan a comprender las características de los patrones, que son la base de las matemáticas. Asimismo, el juego simbólico es muy beneficioso, los niños/as pueden expresar sus ideas, pensamientos y sentimientos, aprenden a controlar sus emociones, interactuar con otros, resolver conflictos y adquirir un sentido de competencia.

Por otra parte, el juego sienta las bases para el desarrollo del pensamiento crítico, social y emocional. A través del juego, los niños aprenden a forjar conexiones con otros y a compartir y negociar. En general, el juego es una forma de expresión humana, y desarrolla la imaginación, la curiosidad y la creatividad, que son competencias clave para el siglo XXI (Honey y Kanter, 2013).

Por todo lo anterior, nuestra propuesta inclusiva de enseñanza-aprendizaje de pensamiento computacional y la programación para la educación infantil se sustenta en los principios del aprendizaje a través del juego.

Propuesta educativa

Esta propuesta educativa inclusiva para la enseñanza-aprendizaje de la programación y el pensamiento computacional para la educación infantil, basada en los principios anteriormente descritos, introduce “ideas poderosas” sobre éstos contenidos. Según Papert (1993), las ideas poderosas ofrecen nuevas formas de pensar, nuevas formas de poner en práctica el conocimiento y nuevas formas de hacer conexiones personales y epistemológicas con otros dominios de conocimiento (Bers, 2017). En este caso, las ideas poderosas a trabajar incluyen: el proceso de diseño de ingeniería, la robótica, la programación y los sensores (Tabla 1). Asimismo, se presentan de forma estructurada el conjunto de actividades a realizar (Figura 2).

Tabla 1. Ideas poderosas a desarrollar

Idea poderosa	Descripción	Objetivos
1	Proceso de diseño de ingeniería	- Comprender que la gente tiene que planificar para hacer las cosas - Comprender que todas las personas pueden diseñar soluciones a un problema. - Comprender que el diseño es un proceso creativo (que conduce a productos y sistemas útiles). - Comprender que todos los diseños pueden ser mejorados. - Comprender que el proceso de diseño de ingeniería incluye identificar un problema, buscar ideas, desarrollar soluciones y compartir soluciones con otros. - Hacer preguntas y hacer observaciones ayuda a una persona a averiguar cómo funcionan las cosas. - Solucionar problemas es una manera de averiguar por qué algo no funciona para que pueda arreglarse.
Idea 2	Robótica	-Construir un objeto utilizando el proceso de diseño. -Descubrir cómo funcionan las cosas. -Comprender que los sistemas tienen partes que trabajan juntas para lograr un objetivo. -Comprender que las herramientas, las máquinas, etc. utilizan la energía para poder hacer su trabajo.
Idea 3	Programación	- Reconocer y usar símbolos cotidianos - Comprender que las personas usan símbolos cuando se comunican a través de la tecnología. - Comprender que el estudio de la tecnología utiliza muchas de las mismas ideas y habilidades que otros temas.
Idea 4	Sensores	-Comprender que el mundo natural y el mundo humano son diferentes.



Figura 2. Estructura de la secuencia de actividades a realizar en las sesiones.

Por otra parte, además de los objetivos de aprendizajes que los niños y niñas relacionados con las ideas poderosas, pueden aprender otros contenidos del currículum forma transversal y conectar la programación y la resolución de problemas con el contexto.

En cuanto al pensamiento computacional (PC), las competencias que deben desarrollar son las siguientes (Bers, 2017): a) hardware / software (los objetos inteligentes no son mágicos, los objetos están diseñados por humanos); b) algoritmos (secuenciación / orden, organización lógica); c) modularidad (división de tareas más grandes en partes más pequeñas, instrucciones), estructuras de control (reconocimiento de patrones y repetición, causa y efecto); d) representación (representación simbólica, modelos); e) proceso de diseño (resolución de problemas, perseverancia, edición / revisión) y f) depuración (identificación de problemas, resolución de problemas, perseverancia).

Gestión del aula

La enseñanza de la robótica y de la programación en un aula para la primera infancia requiere una planificación cuidadosa y realizar ajustes para lograr una buena gestión de aula. Las actividades de robótica, debido a la novedad y el comportamiento de los materiales en sí, requerirán de una atención diferente. Se recomienda seguir una estructura de espacio “maker” para la educación infantil. Los docentes deben encontrar lo que funciona en sus circunstancias particulares. En general, se debe proporcionar y enseñar a los niños y niñas una estructura clara y conjunto de normas para el uso de materiales y para las rutinas de cada parte de las actividades y asegurarse de que los estudiantes comprendan los objetivos de cada actividad. Los carteles y las ayudas visuales pueden facilitar a los niños y niñas las respuestas a sus propias preguntas y recordar nueva información. De los diferentes espacios en el aula, podemos utilizar algunos de los rincones típicos (tales como: el rincón del encuentro y biblioteca, el rincón de construcciones para la construcción del robot, el rincón de plástica para la

decoración del robot, etc.

Trabajo individual y grupal

El trabajo individual con los robots depende de la disponibilidad de los recursos, que, en la mayoría de los casos, suelen ser limitados. Sin embargo, se puede organizar el trabajo en pequeños grupos o también para algunas actividades, en el grupo de clase completo.

Recursos

Los materiales que se proponen utilizar son robots tangibles manipulativos sin necesidad de conexión (desenchufado) y materiales plástica y de reciclaje. Los materiales que nuestro alumnado explora y manipula tienen una importancia decisiva en sus procesos de aprendizaje. Por ello, se deben seleccionar, organizar y distribuir los mismos de forma que promuevan la autonomía, la relación-comunicación con sus pares (puesto que necesitan de los demás para jugar, para realizar tareas en equipo, para comunicar sus descubrimientos), el desarrollo afectivo, el desarrollo motriz, el desarrollo de los lenguajes expresivos, el conocimiento físico de los objetos (al explorar y descubrir sus cualidades y establecer relaciones entre ellos), el contacto con materiales estructurados (puzles, bloques lógicos, construcciones, etc.) y el contacto con materiales no estructurados (agua, arena, piedras, semillas y otros materiales procedentes de la naturaleza y materiales de reciclaje).

Los proyectos de robótica de aula requieren una gran cantidad de piezas y materiales, y la cuestión de cómo manejarlos trae a colación varias cuestiones clave que pueden apoyar o dificultar el éxito de su desarrollo. La primera cuestión es la accesibilidad de los materiales. Algunos docentes pueden optar por dar un kit completo de materiales para cada niño/a, para una pareja o para una mesa con varios niños y niñas. Otros docentes pueden optar por desmontar los kits y ordenar los materiales por tipo y colocar todos los materiales en una ubicación central. Dado que diferentes proyectos requieren diferentes elementos de robótica y programación, esta configuración puede permitir que los niños y niñas tomen sólo lo que necesitan y dejan otras partes para los otros niños y niñas que los necesitan.

Evaluación

Es importante evaluar el proceso de aprendizaje del estudiante y los resultados de dicho aprendizaje. Esto se puede hacer documentando los proyectos de los estudiantes y las maneras de hablar y compartir sus proyectos con el resto de la clase. Evaluar el aprendizaje individual de los niños y niñas mientras trabajan en grupos, puede ser un desafío. Los criterios de evaluación de cada actividad se pueden organizar en una secuencia de logros concretos que conducen a una insignia relacionada con su nivel de habilidad. Los niños y niñas explorarán y aprenderán a diferentes ritmos. Por ello, el docente deberá ir regulando el ritmo de la clase, de forma que todos lleguen a obtener la insignia correspondiente en cada fase. Asimismo, se sugiere utilizar rúbricas para evaluar los diferentes niveles de competencia adquirida y llevar diarios de clase. Se podrá hacer uso además de herramientas específicas de evaluación de las habilidades de programación y de la lista de verificación de comportamientos positivos de desarrollados por la tecnología, además de otros instrumentos específicos relacionados a la evaluación emocional.

Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y la programación: caso de estudio en la educación infantil

Resumen

Teniendo en cuenta los fundamentos y la propuesta educativa anteriormente mencionados, se realizó el diseño del programa formativo para el profesorado de Canarias y se incorporó en dicho programa una unidad didáctica que el profesorado utilizaría como modelo a seguir en el estudio (Anexo 6).

Se diseñaron y adecuaron distintos instrumentos de investigación y la unidad didáctica "Danzas del mundo" para realizar un estudio sobre la enseñanza del pensamiento computacional y robótica en la educación infantil en Canarias, en base a los utilizados por el grupo DEVTECH en Singapur.

Además, para la adaptación de la Unidad Didáctica "Danzas del mundo" (Anexo 6) se consideraron los principios pedagógicos determinados por en los dos Decretos para Educación Infantil (Art. 5. Primer Ciclo, Art.7 para Segundo Ciclo). Dentro de cada actividad de la Unidad Didáctica diseñada hay descripciones de por lo menos una actividad de matemáticas, una del lenguaje y una de artes, que encajan con la idea poderosa que se enseña. Cada actividad aborda el currículo establecido para la Educación Infantil por la Comunidad Autónoma de Canarias el DECRETO 183/2008, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación y el currículo del 2º ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Canarias, cuyas áreas de conocimiento son: Conocimiento de sí mismo y autonomía personal, Conocimiento del entorno y Lenguajes: comunicación y representación. Además, se adecúan con los marcos y estándares de la Asociación Internacional de Educadores de Tecnología e Ingeniería (ITEEA). La Unidad Didáctica integra la exploración de la diversidad, la cultura y las artes con ideas poderosas de la programación y la robótica. Además de las conexiones de las matemáticas, las artes y el lenguaje encontradas en cada actividad de esta Unidad Didáctica, también existe una conexión de estudios sociales y educación artística, centradas en la cultura y la danza.

El diseño y ejecución del estudio incluyó:

- El diseño y adaptación curricular al currículum de Infantil de Canarias de la Unidad Didáctica "Danzas del Mundo" (Anexo 6).
- La compra y envío de 5 kits de robótica (KIBO) con similares características a las utilizadas en Singapur y envío a Canarias para la formación del profesorado y posterior experimentación en los centros educativos.
- Contacto con centros educativos de Educación Infantil de la isla de Tenerife y selección de la muestra.
- Planificación del calendario de ejecución del estudio para los centros (mayo-junio de 2017).
- Diseño, preparación y ejecución de la formación del profesorado de

Educación Infantil. Creación de un aula virtual, entorno de videoconferencia, y canales de mensajería.

- Diseño y adaptación de instrumentos de investigación (cuestionario inicial, cuestionario final, diario del profesor/a, formularios de observación, *Solve-its*, PTD, hoja de información y consentimiento, etc.).
- Supervisión y seguimiento de las adaptaciones y secuencias de aprendizaje creadas para la experimentación llevada a cabo en los centros educativos.
- Supervisión y seguimiento de las adaptaciones y secuencias de aprendizaje creadas para la experimentación llevada a cabo en los centros educativos.
- Evaluación de la actividad realizada por el profesorado en las aulas de infantil.

La formación del profesorado fue llevada a cabo durante la estancia de investigación en forma remota y presencial, por medio de videoconferencia y con tutorización de apoyo de los investigadores locales. La formación se realizó en una sede de un colegio de Tenerife (Figura 3). El apoyo y seguimiento posterior a la formación se llevó a cabo a través de un aula virtual (Figura 4).



Figura 3. Creaciones del profesorado realizadas en la sesión presencial.

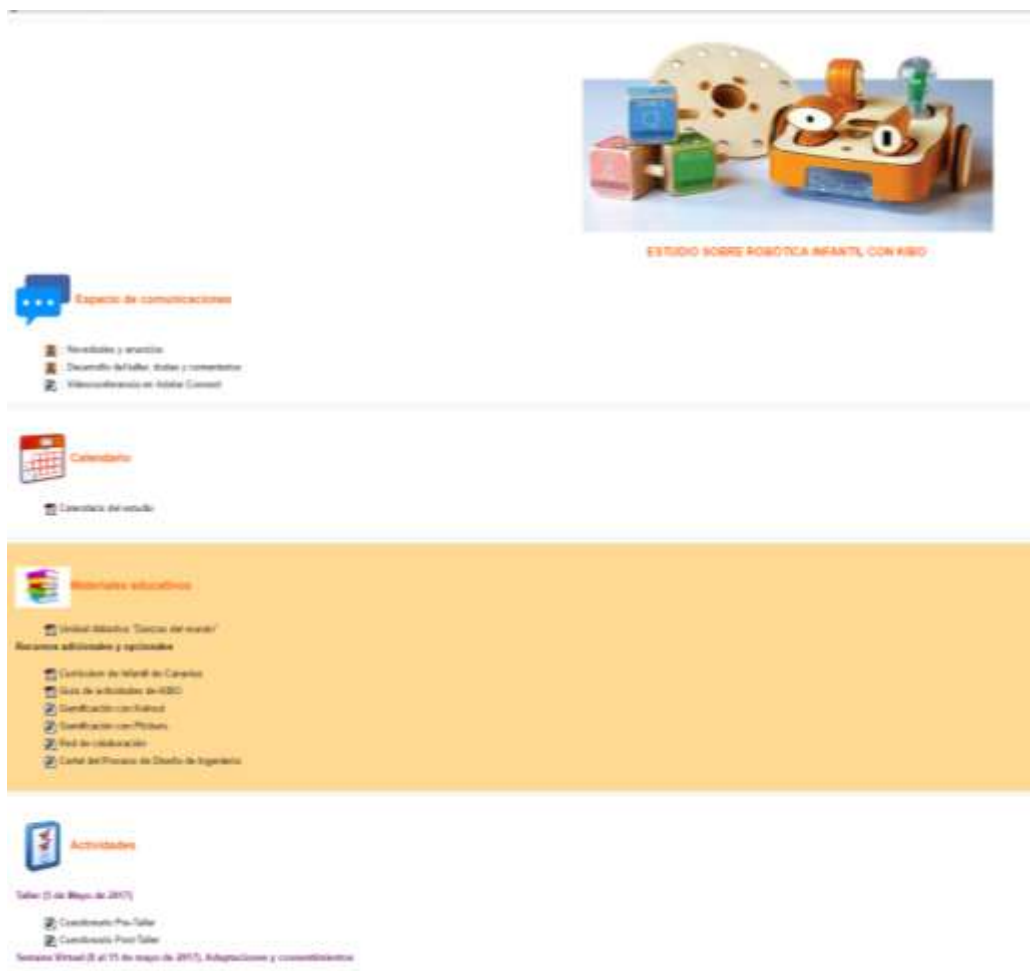


Figura 4. Aula virtual utilizada para la planificación y coordinación de la formación y el estudio.

La experiencia desarrollada por el profesorado fue presentada por el profesorado de los colegios participantes en el V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación, celebrado en Tenerife del 7 al 9 de junio de 2017, además de los resultados fueron publicados en (González, Armas y Torres, 2017; Bers, González y Armas, 2019).

El estudio realizado pretendía ayudar a cerrar esta brecha en la investigación actual mediante la exploración de las siguientes preguntas de investigación:

- Pregunta de investigación 1. *¿Cómo integra el profesorado la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional en sus actividades curriculares?*
- Pregunta de investigación 2. *¿Qué competencias de programación y pensamiento computacional dominan los niños y niñas en edad preescolar de 3 a 5 años a través de la robótica tangible (KIBO)?*
- Pregunta de investigación 2. *¿Qué comportamientos positivos desarrollan los niños y niñas en un entorno de aprendizaje utilizando los principios maker y PTD?*

A continuación, se describe los instrumentos, participantes y procedimiento seguido en el aula.

Instrumentos

Las preguntas de investigación se basaron en el razonamiento inductivo (Twining et al, 2017). Los instrumentos (cuestionarios, lista de verificación PTD, Solve-its, diario del docente, etc.) fueron validados por el grupo de investigación DevTech en un estudio similar desarrollado en Singapur en 2016 (Sullivan y Bers, 2016). Estos instrumentos proporcionan los criterios para diseñar y evaluar experiencias educativas digitales con niños y niñas pequeños. Los instrumentos cuantitativos aplicados fueron cuestionarios (cuestionario previo al taller, cuestionario posterior al taller, cuestionario posterior a la experimentación) y la lista de verificación PTD. Los instrumentos cualitativos utilizados fueron observaciones, entrevistas, diario y un grupo focal. Los datos cualitativos fueron categorizados y codificados para su análisis. Las características / variables estudiadas y sus relaciones con los instrumentos / métodos, los participantes y las preguntas de investigación se muestran en la figura 5.



Figura 5. Método mixto utilizado en el estudio.

Participantes

Una muestra total de N=172 niños y niñas pequeños (84 niñas y 88 niños) de tres centros escolares en Tenerife, Islas Canarias, España, participaron en esta investigación. Los

niños y niñas tenían entre tres y cinco años de edad al comienzo de este estudio, se dividieron en 16 clases de diferentes niveles de edad (1, 2 y 3). Los centros representan diferentes entornos escolares en España: públicos, privados y concertados. Dieciséis docentes de las escuelas participantes y sus colaboradores participaron en este estudio. Se proporcionó un consentimiento informado a todos los participantes de la investigación. En el caso de los niños/as, el consentimiento informado fue firmado por sus padres, madres o tutores legales.

Procedimiento

Como se comentó anteriormente, los docentes de los tres centros educativos participaron en una sesión de formación, guiada por videoconferencia y seguimiento presencial, sobre el kit de robótica KIBO, en donde también se les presentó el currículum de “Danzas del mundo” como ejemplo, y su adaptación al currículo de infantil de Canarias (Anexo 6). Luego, los docentes tuvieron un período para adaptar ésta unidad didáctica dada a sus aulas. Esta adaptación no modificó los contenidos relacionados con la robótica, la programación y el pensamiento computacional. Algunos docentes, combinaron el contenido de dos sesiones en una sola (por ejemplo, qué es un robot y qué es la programación). Además, se hicieron adaptaciones específicas para los niños y niñas de tres años (por ejemplo, eliminar contenido sobre el uso de condicionales). A pesar de las adaptaciones realizadas por los docentes, las estrategias utilizadas en todos los casos fueron las mismas (Figura 6). Por lo tanto, todas las sesiones siguieron la misma estructura básica:

- Juegos preliminares
- Introducción de ideas poderosas a través de un reto.
- Trabajo individual o grupal
- Presentación e intercambio de la actividad final (círculo tecnológico).
- Exploración y juego libre.

Los objetivos de aprendizaje que los niños y niñas tenían que lograr eran los siguientes:

1. Aprender y aplicar el proceso de ingeniería para construir cosas (y robots).
2. Aprender diferentes componentes de un robot y cómo funciona.
3. Aprender cómo el robot percibe su entorno.
4. Aprender a instruir a KIBO usando los bloques codificados.
5. Comprender que los sensores KIBO se parecen a los sentidos humanos, y que pueden programar el robot utilizando estímulos de sonido.
6. Entender la instrucción de repetición (solo para niños mayores de 4 años).
7. Comprender la instrucción condicional (solo para niños de 5 años).
8. Aprender las diferentes tradiciones y bailes de las Islas Canarias y poder programar KIBO para bailarlas.

Los docentes presentaron las ideas poderosas con KIBO usando la narrativa, aunque la historia podría ser diferente en cada caso. También adaptaron la narrativa utilizada al nivel de desarrollo de los niños y niñas, presentando los conceptos, comportamientos y habilidades requeridos por ellos de forma progresiva, ordenada y continua.

Los conceptos fundamentales de STEAM se introdujeron a través de "ideas poderosas", como el proceso de diseño de ingeniería, robótica, programación y sensores. Además, las actividades cubrieron otros aspectos del currículo específicos relacionados al lenguaje, las matemáticas y las ciencias sociales. Por ejemplo, al programar, los niños y niñas practican la secuencia, el orden, el conteo, el sentido numérico y la estimación. Además de las conexiones con el entorno, las matemáticas y los diferentes idiomas (verbales, audiovisuales y artísticos) propuesta en la unidad didáctica dada, también se brinda una conexión con la cultura y las tradiciones de las Islas Canarias.



Figura 6. Sesiones desarrolladas por el profesorado durante el estudio. Presentación del círculo del proceso de la ingeniería.

A continuación, se presentarán los principales resultados obtenidos en el estudio.

Resultados

Adaptaciones

Los docentes adaptaron e introdujeron la programación y el pensamiento computacional en su plan de estudios actual siguiendo el ejemplo presentado durante su capacitación. Por ejemplo, en una clase los docentes adaptaron su plan docente para integrar la enseñanza del pensamiento computacional y la programación con el aprendizaje de formas geométricas (círculo, cuadrado y triángulo), números,

habilidades grafomotoras y vocales. Los docentes guiaron a sus estudiantes en el diseño, construcción y programación del robot (KIBO). Finalmente, los grupos de niños y niñas programaron al robot para bailar con la música seleccionada para sus proyectos finales y luego tuvieron que presentarlo al resto de los grupos.

Aprendizaje de la programación y pensamiento computacional

Para evaluar el dominio de la programación y pensamiento computacional utilizamos los aspectos evaluados en el instrumento Solve-Its (Bers, 2012). Las secuencias de programación de los estudiantes fueron etiquetadas como "fácil" o "difícil" según su complejidad y el número de bloques de programación utilizados. La figura 7 muestra un ejemplo de un concepto de secuencia fácil, y la figura 8 uno difícil.



Figura 7. Ejemplo de una secuencia fácil de programación



Figura 8. Ejemplo de una secuencia difícil de programación

Los investigadores calificaron el dominio de los conceptos de programación de los estudiantes en una escala de 0-6, con una puntuación más alta que representa una mayor complejidad en la secuencia de programación. En promedio, los estudiantes obtuvieron calificaciones altas en todos los conceptos de programación trabajados en clase, lo que demuestra que aprendieron las habilidades fundamentales de pensamiento computacional. Los sensores más complejos que implican el uso de bloques de repetición y condicionales en muchos casos fueron excluidos para los estudiantes de tres años, y en su lugar fueron reemplazados por lecturas "n" de bloques con acciones o condicionales usando el bloque de "esperar para aplaudir".

Lista de verificación PTD

Los resultados sobre la ocurrencia de cada uno de los comportamientos del 6C (Bers et al., 2012), mostraron que los niños y niñas intercambiaron ideas (comunicación), se ayudaron mutuamente al usar los materiales (colaboración), compartieron sus proyectos con miembros de la familia (construcción de la comunidad), programaron un baile KIBO y construyeron un bailarín KIBO (creación de contenido), usaron materiales en un divergente, de manera inesperada (creatividad), y mostraron respeto a sus compañeros/as y docentes/as (opciones de conducta). Los 6C se puntuaron en una escala de 1-5 para cada sesión, con 59 sesiones calificadas en total. Al final del estudio, se calculó la puntuación promedio para cada una de las 6C para cada clase. Los resultados muestran que la intervención fue efectiva para promover la comunicación ($M=4,6$) y la colaboración ($M=4,1$), y la creatividad y la creación de contenido también exhibieron una puntuación bastante alta ($M=3,1$).

Experiencia del profesorado

El análisis de los diarios de los docentes muestra la eficacia general del programa diseñado para alcanzar sus objetivos de enseñanza. Se analizaron 43 registros cualitativos sobre los objetivos de enseñanza del pensamiento computacional, robótica, y programación, con resultados altamente positivos en su logro. Las estrategias utilizadas por los educadores para enseñar conceptos y habilidades complejas de ingeniería y programación diferían. Algunos docentes hicieron sus propias adaptaciones curriculares basadas en la unidad didáctica proporcionada, por ejemplo omitiendo lecciones / actividades (es decir, se eliminaron los condicionales, porque eran complicados para algunas edades), adiciones al plan de estudios (es decir, habilidades grafomotoras a través de los movimientos del robot, formas geométricas (círculo, cuadrado y triángulo), la serie numérica 1-2-3 o habilidades básicas de alfabetización) adaptando juegos / actividades (es decir, integrando el uso de KIBO en su proyecto (Figura 9).

La mayoría de los docentes introdujeron nuevos conceptos a través de canciones, bailes, juegos o cuentos y promovieron discusiones grupales (tanto en grupos pequeños como en la clase completa).

Aunque, la experiencia del profesorado fue en general positiva, también se recogieron los principales problemas encontrados, tanto con el robot, como las referidas a sus necesidades formativas respecto a la enseñanza de la programación, pensamiento computacional y robótica educativa.

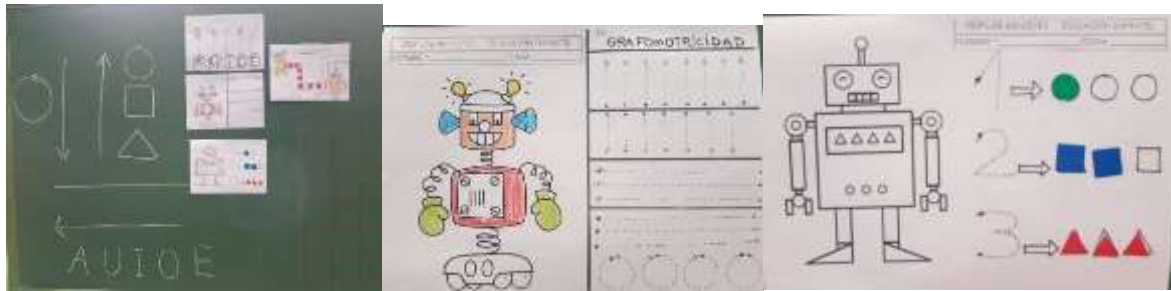


Figura 9. Ejemplos de adaptaciones realizadas: formas geométricas, números, habilidades grafomotoras

Conclusiones

Este capítulo presenta los fundamentos y propuesta metodológica educativa para la enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional y la programación para la educación infantil basada en los principios del movimiento “maker”, el marco de desarrollo positivo de la tecnología (PTD), el construccionismo, los principios de la educación inclusiva y el aprendizaje a través del juego. Además, se presenta la experimentación de la propuesta llevada a cabo en tres escuelas españolas de educación infantil en Tenerife, España, con 172 niños (de 3 a 5 años) que aprendieron programación y pensamiento computacional integrados en sus actividades curriculares reales. El estudio utiliza como base al desarrollado en las escuelas de Singapur por el Grupo DEVTECH, y fue adaptado y desarrollado en Canarias en colaboración con dicho grupo. Para ello, se adaptaron los instrumentos y la Unidad Didáctica “Danzas del Mundo” a la educación infantil de la Comunidad Autónoma de Canarias.

El estudio usó el robot tangible KIBO, un robot apropiado para niños y niñas pequeños, que se puede programar sin el uso de pantallas o teclados conectando bloques de madera que le dan diferentes comandos al robot, y se pueden decorar con materiales artesanales.

Utilizamos instrumentos cualitativos y cuantitativos y combinamos diferentes técnicas de investigación para estudiar una experiencia educativa con el fin de lograr una estimación de resultados más precisa y válida para un fenómeno particular, en este caso una intervención educativa con la robótica KIBO.

Afirmamos que es posible desarrollar experiencias de aprendizaje de programación apropiadas en las aulas de infantil integrando de forma transversal la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional en diferentes áreas curriculares (alfabetización, matemáticas, ciencias, ingeniería, artes) a través de un enfoque basado en proyectos.

Los resultados obtenidos nos permitieron responder las preguntas de investigación que guiaron este estudio. Con respecto a la pregunta 1, ¿cómo integran los docentes la programación y el pensamiento computacional en sus actividades curriculares? El fenómeno se ha estudiado mediante la triangulación de diferentes datos recopilados utilizando varios métodos e instrumentos (cuestionarios, entrevistas, diario del profesor, grupo focal y observación directa de la dinámica del aula). Podemos concluir que los docentes fueron capaces de realizar las adaptaciones e integrar la enseñanza de estos nuevos conceptos y competencias con autonomía y confianza, conectando estos

conceptos con el arte, la música, los estudios sociales, y al mismo tiempo enseñando valores e inclusión. Además, pudieron adaptar sus actividades curriculares usando la robótica para enseñar números, formas geométricas, colores, alfabetización y habilidades grafomotoras. Este hallazgo es relevante porque significa que la programación y el pensamiento computacional pueden integrarse en los currículos infantiles junto con otras materias. También es posible conectar estos nuevos aprendizajes con sus contextos culturales, promoviendo aún más el aprendizaje significativo.

En cuanto a la pregunta 2, sobre ¿qué conceptos de programación y pensamiento computacional dominan los niños y niñas en edad preescolar?, se ha estudiado mediante la triangulación de diferentes datos recopilados utilizando varios métodos e instrumentos su lista de verificación de observación y diario del docente). Los resultados mostraron que los niños y niñas lograron un alto nivel de dominio de las habilidades de programación y pensamiento computacional utilizando la robótica. Los estudiantes pudieron usar motores / sensores y pudieron integrar de manera efectiva artes, manualidades y materiales reciclados en sus proyectos finales de robótica. Este estudio confirma, además, que es posible comenzar muy temprano (3 años) con esta nueva alfabetización). Nuestro estudio, que se basó en (Sullivan y Bers, 2017), confirma la eficacia de la unidad didáctica diseñada y el marco PTD para la enseñanza de la programación y pensamiento computacional en educación infantil.

Respecto a la pregunta 3 sobre qué comportamientos positivos desarrollan los niños y niñas, de manera similar a las otras preguntas de investigación, los comportamientos positivos de los estudiantes han sido estudiados mediante la triangulación de diferentes datos recolectados usando varios métodos e instrumentos (lista de verificación de PTD, observación, entrevistas, diarios de reflexión del docente y grupo focal). Las puntuaciones indican que esta intervención tuvo éxito en fomentar la comunicación y la colaboración. Al mismo tiempo, su efecto en la promoción de la creación de contenido y la creatividad fue moderado y bajo en términos de promoción de elecciones de conducta y construcción de la comunidad. Las notas de los docentes muestran un alto nivel de colaboración entre sus estudiantes y formas frecuentes y variadas de comunicación.

Por otra parte, los educadores necesitan perspectivas pedagógicas para integrar adecuadamente los conceptos de robótica, codificación y pensamiento computacional en sus aulas. Aunque los factores contextuales influyen en los docentes en el diseño de las actividades basadas en TIC, no se encontraron diferencias entre los diferentes tipos de escuelas (pública, concertada y privada) en este estudio.

En cuanto a las limitaciones del estudio, podemos mencionar la derivada de la investigación sobre la naturaleza compleja de las prácticas educativas y las personas involucradas en la investigación. Por lo tanto, esta investigación implica la participación de los docentes en la investigación y la reflexión sobre sus propias prácticas y el aprendizaje de sus estudiantes. Por ello, en este estudio tratamos de incorporar sus voces y perspectivas desde una posición crítica.

Referencias

American Academy of Pediatrics. (2003). Prevention of pediatric overweight and obesity: Policy statement. *Pediatrics*, 112, 424–430.

- Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). Computing our future: Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe. Technical report, European Schoolnet.
- Bannan, B. (2009). The integrative learning design framework: An illustrated example from the domain of instructional technology. An introduction to educational design research, 53-73.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Bers, M. U. (2008). *Blocks, robots and computers: Learning about technology in early childhood*. New York: Teacher's College Press.
- Bers, M. U. (2012). *Designing digital experiences for positive youth development: From playpen to playground*. Cary, NC: Oxford.
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom*. New York, NY: Routledge press.
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145.
- Bers, M. U., Seddighin, S., & Sullivan, A. (2013). Ready for robotics: Bringing together the T and E of STEM in early childhood teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 21(3), 355-377.
- Bers, M.U. (2010). Beyond computer literacy: Supporting youth's positive development through technology. *New Directions for Youth Development*, 128, 13-23.
- Bers, M.U. (2017). The Seymour test: Powerful ideas in early childhood education, *International Journal of Child-Computer Interaction* (14), pp. 10-14. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.06.004>.
- Blikstein, P. (2018). *Maker Movement in Education: History and Prospects*. *Handbook of Technology Education*, 419-437.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education - Implications for policy and Practice. JRC Science for Policy Report, edited by P. Kampylis, P. and Y. Punie. EUR 28295 EN; doi:10.2791/792158.
- Brannen, J. (2017). *Mixing methods: Qualitative and quantitative research*. Routledge.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada. Retrieved from: shorturl.at/cgyAN
- Burlson, W., Harlow, D. B., Nilsen, K. J., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C., ... & Muldner, K. (2017). Active Learning Environments with Robotic Tangibles: Children's Physical and Virtual Spatial Programming Experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.

- 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
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175.
- Ching, Y. H., Hsu, Y. C., & Baldwin, S. (2018). Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners. *TechTrends*, 1-11.
- Chu, S. L., Quek, F., Bhangaonkar, S., Ging, A. B., & Sridharamurthy, K. (2015). Making the Maker: A Means-to-an-Ends approach to nurturing the Maker mindset in elementary-aged children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 11-19.
- Coleman, M., & Briggs, A. R. (Eds.). (2002). *Research methods in educational leadership and management*. Sage.
- Consejería de Educación y Universidades (2008). Decreto 183/2008, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación y el currículo del 2º ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
- Cunha, F., & Heckman, J. (2007). The technology of skill formation. *American Economic Review*, 97(2), 31–47.
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell’Omo, M., ... & Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in human behavior*, 71, 16-23.
- Digital News Asia. (2015). IDA launches S\$1.5m pilot to roll out tech toys for preschoolers.
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169.
- Furber S. (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. Technical report, The Royal Society, London.
- Gander, W., Petit, A., Berry, G., Demo, G., Vahrenhold, J., McGettrick, A., Boyle, R., Mendelson, A., Stephenson, C., Ghezzi, C., et al. (2013). *Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat (2012)*. Technical report, ACM.
- García-Peñalvo, F. J. (2017). Pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. El enfoque de TACCLE3.
- González C. & Aller G. (2019). Maker movement in Education: Makermindset and Makerspaces. In Book “Ingeniería colaborativa, aplicaciones y usos desde la perspectiva de la Interacción Humano-Computador”. Jurado J.L., Collazos C.A y Muñoz F. (Eds). Editorial Buenaventuriana. ISBN 978-958-8414-57-9. Octubre de 2019. Colombia. pp. 297-207.

- González-González C.S., Armas-Torres, M^ªB. y Torres-Carrión, P.V. (2017). Enseñanza-aprendizaje de la robótica basada en juegos: una propuesta para la educación infantil. V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación. Junio 2017. Tenerife.
- González-González, C. S., Cáceres-García, L., & Violant-Holz, V. (2019, October). Bringing Computational Thinking to Hospital Classrooms. In Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 31-35). ACM.
- González-González, C., González, E. H., Ruiz, L. M., Infante-Moro, A., & Guzmán-Franco, M. D. (2018, October). Teaching computational thinking to Down syndrome students. In Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 18-24). ACM.
- Guanhua Chen, Ji Shen, Lauren Barth-Cohen, Shiyang Jiang, Xiaoting Huang, Moataz Eltoukhy (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*. Volume 109, 2017, Pages 162-175, ISSN 0360-1315, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard educational review*, 84(4), 495-504.
- Hamir, S., Maion, S., Tice, S., & Wideman, A. (2015) ETEC 512. Constructivism in Education. Retrieved December 1, 2019 from <http://constructivism512.weebly.com>
- Hill, N. R., Hanks, B. B., Wagner, H. H., & Portrie-Bethke, T. (2016). Early Childhood: Physical and Cognitive Development. *Human Growth and Development Across the Lifespan: Applications for Counselors*, 177.
- Hira, A., Joslyn, C. H., & Hynes, M. M. (2014, October). Classroom makerspaces: Identifying the opportunities and challenges. In 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings (pp. 1-5). IEEE.
- Honey, M., & Kanter, D. E. (2013). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. Routledge.
- Humanos, D. M. (2015). Declaración Mundial de los Derechos Humanos. Recuperado el 1 de diciembre de 2019.
- International Society for Technology in Education. (2007). National educational technology standards for students. ISTE (Interntl Soc Tech Educ).
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905.
- Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2016). Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical-and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679-685.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tay, L. Y. (2014). TPACK-in-Action: Unpacking the contextual influences of teachers' construction of technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 78, 20-29.

- Kurti, R. S., Kurti, D., & Fleming, L. (2014). Practical implementation of an educational makerspace. *Teacher Librarian*, 42(2), 20.
- l'Académie des sciences (2012). L'enseignement de l'informatique en France - Il est urgent de ne plus attendre. Technical report, Institute de France.
- Lee, K., Sullivan, A., Authors, M. U. (2013). Collaboration by design: Using robotics to foster social interaction in Kindergarten. *Computers in the Schools*, 30(3), 271-281.
- Llorens Largo F., García-Peñalvo F. J., Molero Prieto X., and E. Vendrell Vidal, "La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios," *Education in the Knowledge Society*, vol. 18, no. 2, pp. 7-17, 2017.
- Madill, H., Campbell, R. G., Cullen, D. M., Armour, M. A., Einsiedel, A. A., Ciccocioppo, A. L., & Coffin, W. L. (2007). Developing career commitment in STEM-related fields: Myth versus reality. In R.J. Burke, M.C. Mattis, & E. Elgar (Eds.), *Women and Minorities in Science, Technology, Engineering and Mathematics: Upping the Numbers* (pp. 210 – 244). Northhampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Manches, A., & Plowman, L. (2017). Computing education in children's early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 191-201.
- Markert, L. R. (1996). Gender related to success in science and technology. *The Journal of Technology Studies*, 22(2), 21-29.
- Meseguer P., Moreno J., Moreno J., Olco, K., Pimentel E., Toro, M., Velázquez, A., & Vendrell, E. (2015). Enseñanza de la informática en primaria, secundaria y bachillerato: estado español, 2015. Technical report, Sociedad Científica Informática de España, Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática.
- Metz, S. S. (2007). Attracting the engineering of 2020 today. In R. Burke and M. Mattis (Eds.) *Women and Minorities in Science, Technology, Engineering and Mathematics: Upping the Numbers* (pp. 184-209). Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Moreno-León, J., & Robles, G. (2015). The Europe code week (CodeEU) initiative: Shaping the skills of future engineers. In 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 561–566. IEEE, 2015.
- Moskal, B. M. (2000). Scoring rubrics: What, when and how? *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(3). <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=3>.
- National Institute for Literacy. (2008). *Developing Early Literacy: Report of the National Early Literacy Panel. A Scientific Synthesis of Early Literacy Development and Implications for Intervention*. T. Shanahan, Chair. Louisville, KY: National Center for Family Literacy
- Öztürk, H. T., & Calingasan, L. (2018). Robotics in Early Childhood Education: A Case Study for the Best Practices. In H. Ozcinar, G. Wong, & H. Ozturk (Eds.), *Teaching Computational Thinking in Primary Education* (pp. 182-200). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-5225-3200-2.ch010

- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: a case study. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 10(3), 187-202.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299.
- Portelance, D. J., Strawhacker, A., & Bers, M. U. (2015). Constructing the ScratchJr programming language in the early childhood classroom. *International Journal of Technology and Design Education*. pp. 1-16. Online First.
- Predy, L. (2013). Creating school library “makerspace.”. *School Library Monthly*, 29(5), 41-42.
- Pretz, K. (2014). Computer science classes for kids becoming mandatory. *The Institute: The IEEE News Source*.
- Resnick, M. (2006). Computer as paint brush: Technology, play, and the creative society. *Play= learning: How play motivates and enhances children’s cognitive and social-emotional growth*, 192-208.
- Resnick, M., & Robinson, K. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT press.
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., & Silverman, B. (1998). *Digital Manipulatives*. Proceedings of the CHI '98 conference, Los Angeles, April 1998.
- Rhode Island Department of Education (RIDE). (2013). Rhode Island early learning and development standards. Retrieved from: <http://www.ride.ri.gov/InstructionAssessment/EarlyChildhoodEducation/EarlyLearningandDevelopmentStandards.aspx#1669797-literacy-l>
- Román-González, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2019). Combining Assessment Tools for a Comprehensive Evaluation of Computational Thinking Interventions. In *Computational Thinking Education* (pp. 79-98). Springer, Singapore.
- Román-González, M., Moreno-León, J., & Robles, G. (2019). Combining Assessment Tools for a Comprehensive Evaluation of Computational Thinking Interventions. In *Computational Thinking Education* (pp. 79-98). Springer, Singapore.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691.
- Sarrionandía, G. E., & Ainscow, M. (2011). La educación inclusiva como derecho. Marco de referencia y pautas de acción para el desarrollo de una revolución pendiente1. *Tejuelo: didáctica de la lengua y la literatura*. Educación, (12), pp. 26-46.

- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250-264.
- Shonkoff, J. P., Duncan, G. J., Fisher, P. A., Magnuson, K., & Raver, C. (2011). Building the brain's "air traffic control" system: How early experiences shape the development of executive function. *Contract*, 11.
- Siu, K. W. M., & Lam, M. S. (2005). Early childhood technology education: A sociocultural perspective. *Early Childhood Education Journal*, 32(6), 353-358.
- Siu-Cheung, K. (2019). *Components and Methods of Evaluating Computational Thinking for Fostering Creative Problem-Solvers in Senior Primary School Education*. Computational thinking Education. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2019.
- Spanish Ministry of Education, Culture and Sports (2018). Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España. Recuperado de: <http://code.educalab.es/wp-content/uploads/2017/09/Pensamiento-Computacional-Fase-1-Informe-sobre-la-situaci%C3%B3n-enEspa%C3%B1a.pdf>
- Steele, C. M. (1998). Stereotyping and its threat are real.
- Strawhacker, A. L., & Bers, M. U. (2015). "I want my robot to look for food": Comparing children's programming comprehension using tangible, graphical, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*. 25(3), 293-319.
- Strawhacker, A., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). TUI, GUI, HUI: Is a bimodal interface truly worth the sum of its parts?. *Proceedings from IDC '13: The 12th International Conference on Interaction Design and Children*. New York, NY: ACM.
- Sullivan, A., & 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.. *International Journal of Technology and Design Education*. Online First.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2017). Dancing robots: Integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*. Online First. doi:10.1007/s10798-017-9397-0
- Thompson, G. (2014). The maker movement connects to the classroom. *The Education Digest*, 80(3), 34.
- Twining, P., Heller, R. S., Nussbaum, M., & Tsai, C. C. (2017). Some guidance on conducting and reporting qualitative studies. *Computers & Education*. Volume 106, March 2017, Pages A1-A9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.002>
- U.K. Department for Education. (2013). *The National Curriculum in England: Framework document*. London: The Stationery Office.

- U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. (2010). Transforming American education: Learning powered by technology. Washington, DC. Retrieved from <http://www.ed.gov/technology/netp-2010>
- UNICEF (2018). Learning through play: Strengthening learning through play in early childhood education programmes. New York: UNICEF.
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1-14). Springer, Dordrecht.
- Van den Akker, J. (2007). Curriculum design research. An introduction to educational design research, 37.
- White House, Office of the Press Secretary. (2016). FACT SHEET: President Obama Announces Computer Science For All Initiative [Press release]. Retrieved from <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2016/01/30/fact-sheet-president-obama-announces-computer-science-all-initiative-0>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wyeth, P. (2008). How young children learn to program with sensor, action, and logic blocks. *The Journal of the learning sciences*, 17(4), 517-550.
- Yanow, D., & Schwartz-Shea, P. (2015). Interpretation and method: Empirical research methods and the interpretive turn. Routledge.
- Zosh, J. N., Hopkins, E. J., Jensen, H., Liu, C., Neale, D., Hirsh-Pasek, K., Solis, S., & Whitebread, D. (2017). Learning through play: a review of the evidence. LEGO Fonden.

CAPÍTULO 4.

PROPUESTA INCLUSIVA DE LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA PROGRAMACIÓN: UN CASO DE ESTUDIO CON ESTUDIANTES CON SÍNDROME DE DOWN

Síntesis del artículo:

González González, C. S., Herrera González, E., Moreno Ruiz, L., Reyes Alonso, N., Hernández Morales, S., Guzmán Franco, M. D., & Infante Moro, A. (2019, June). Computational Thinking and Down Syndrome: An Exploratory Study Using the KIBO Robot. In Informatics (Vol. 6, No. 2, p. 25). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. DOI: <https://doi.org/10.3390/informatics6020025>.

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9709/6/2/25>

Incluido en el Anexo 4

Resumen

El pensamiento computacional y la programación son competencias clave en el siglo XXI. Las personas con síndrome de Down deben ser parte de esta nueva alfabetización. Por esta razón, en este trabajo, presentamos un estudio exploratorio realizado con estudiantes con síndrome de Down con edades cognitivas de 3 a 6 años utilizando un robot tangible llamado KIBO. Se ha aplicado el método observacional durante las sesiones para analizar sus estados emocionales, su compromiso y su comprensión de las secuencias de programación. Los resultados muestran que las personas con discapacidades cognitivas pueden adquirir habilidades básicas de programación y de ingeniería utilizando robots tangibles como KIBO.

Palabras clave: Pensamiento computacional, robótica, síndrome de Down.

Introducción

La programación y el pensamiento computacional constituyen una nueva alfabetización, y es esencial comenzar a integrar la alfabetización informática para todos los ciudadanos, incluidos aquellos con necesidades especiales, como las personas con síndrome de Down (SD) (Nadel, 2003; Bailey, 2008). Al igual que en el pasado, las personas con SD comenzaron a aprender matemáticas (Tien, 1999; González et al., 2013), hoy en día es hora de comenzar a enseñarles las mismas habilidades computacionales que el resto de la sociedad del siglo XXI. Algunas de las habilidades principales que se pueden lograr trabajando con la robótica incluyen la resolución de problemas, el razonamiento y la planificación. Las personas con SD tienen los mismos objetivos de aprendizaje que otros estudiantes, la diferencia es que son más lentos para aprender y necesitan una enseñanza más individualizada y personalizada (González et al., 2013). Por esta razón, es necesario adoptar prácticas y recursos pedagógicos que permitan abordar y desarrollar sus habilidades en función de sus objetivos y capacidades individuales (Ministerio de Educación de Nueva Zelanda, 2015).

A la luz de la importancia de la alfabetización informática para todos los ciudadanos y ciudadanas, incluidas las personas con necesidades especiales, en este estudio exploramos si un robot tangible (KIBO) promueve el aprendizaje de la programación básica y las habilidades de pensamiento computacional en estudiantes con SD. Las principales preguntas de investigación de este estudio exploratorio son:

1. ¿Cómo es la interacción de los/las estudiantes con SD de edades cognitivas 3-6 con un robot tangible (KIBO) según su capacidad de atención, interés, motivación y respuesta emocional?
2. ¿Los estudiantes con SD son capaces de programar a un robot tangible (KIBO)? Capacidad medida según su grado de comprensión de las secuencias y la programación.

Fundamentos

Características del síndrome de Down

Según Nadel (2003), el síndrome de Down es causado por una alteración genética en personas que tienen 47 cromosomas en lugar de los 46 habituales (trisomía en el cromosoma 21). La digénesis cerebral es responsable de la discapacidad intelectual, que influye en su capacidad para emitir y articular palabras.

Cada persona con síndrome de Down es única, pero puede exhibir diferentes características de aprendizaje en diversos grados. Por lo tanto, cada situación y cada estudiante es diferente, pero existe evidencia extensa y bien documentada sobre los enfoques de enseñanza con un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes con síndrome de Down (Torres-Carrión, 2017). Por lo tanto, debemos considerar sus necesidades y estilos de aprendizaje (Martos-Crespo, 2006), teniendo en cuenta una perspectiva general del individuo, atendiendo a sus necesidades personales, sociales y familiares (Sternberg, 1997; Grover y Pea, 2013). También es necesario determinar las

características cognitivas específicas de los estudiantes con SD, que según Martos-Crespo (2006) son las siguientes:

- Procesan y organizan la información lentamente, con dificultad.
- Presentan un déficit en la memoria a corto plazo, tanto auditiva como visual; sin embargo, capturan mejor la información por el canal visual que por el auditivo.
- Su capacidad receptiva-integral es claramente superior a la expresiva.
- Aprenden más rápido observando a sus compañeros e imitando sus respuestas.
- Trabajan en una actividad hasta que logran lo que proponen.
- Tienen problemas para generalizar sus conocimientos a otras situaciones.
- Tienen dificultades con el lenguaje, tanto en la articulación como en la adquisición de vocabulario nuevo.

Estas características se han resumido y generalizado, pero cada persona con SD puede tener diferentes grados de discapacidad. Por lo tanto, es necesario considerar cada caso individualmente y adaptar sus procesos educativos. La investigación muestra que los niños y jóvenes con SD pueden mejorar su aprendizaje y habilidades con estrategias de enseñanza y entornos sociales apropiados (Tien, 1999; Torres-Carrión et al., 2019). Por esta razón, nuestra investigación ha creado actividades adaptadas a cada estudiante particular con SD.

Pensamiento computacional, robótica y discapacidades cognitivas

Los nuevos kits de robótica han evolucionado para convertirse en la generación moderna de manipuladores de aprendizaje que ayudan a los niños a desarrollar una comprensión más sólida de conceptos matemáticos como el número, el tamaño y la forma de la misma manera que lo hicieron los materiales tradicionales como bloques de patrones, cuentas y bolas (Bers, 2008; Resnick et al., 2009; Sullivan, Elkin y Bers, 2015). A diferencia de muchos juegos digitales desarrollados para niños, construir con robótica generalmente no implica sentarse solo, frente a una pantalla (Sullivan y Bers, 2016). Investigaciones anteriores han demostrado que los niños de hasta tres años pueden construir y programar proyectos simples de robótica (Bers et al., 2016). Además, los manipuladores robóticos permiten que los niños trabajen en habilidades que son importantes para el desarrollo saludable del niño, como las habilidades motoras finas y la coordinación mano-ojo (Sarama y Clements, 2009) al tiempo que participan en la colaboración y el trabajo en equipo. Además, la robótica y la programación permiten a los niños ejercitar habilidades metacognitivas, de resolución de problemas y de razonamiento (Hu et al., 2013).

Algunos estudios recientes han demostrado la viabilidad de enseñar habilidades básicas de programación y usos de la robótica educativa como recurso efectivo de aprendizaje (Bers, 2017). Se ha demostrado que los robots educativos promueven funciones cognitivas superiores, como las funciones ejecutivas involucradas en la resolución de problemas, como razonamiento y planificación, típicamente niños en edad preescolar en desarrollo (Bargagna, 2019). Podemos mencionar principalmente dos relacionados

con el SD y el pensamiento computacional. Taylor (2018) presentó un estudio de caso único para explorar la viabilidad de enseñar a los estudiantes de primaria con la computadora básica con síndrome de Down habilidades de programación. Utilizaron prácticas basadas en la evidencia (es decir, instrucción explícita), manipuladores físicos y un robot. Se desarrolló otro estudio (Bargagna, 2019). Examinaron la viabilidad del entrenamiento para promover funciones ejecutivas en personas con SD usando un robot Bee-Bot. Los resultados cualitativos de dos niños fueron presentados y discutidos, indicando que el robot puede aumentar el interés, la atención y la interacción con adultos y compañeros. Pero, la promoción de funciones ejecutivas solo era posible en un niño. Albo-Canals et al., 2018 desarrollaron otro trabajo relacionado que explora la viabilidad de usar KIBO con personas con necesidades especiales. Estudiaron la viabilidad del uso de KIBO para promover las interacciones sociales y el estado emocional de los niños con TEA grave. Los resultados muestran que, aunque los participantes demostraron una comprensión limitada de los conceptos de programación, el robot KIBO promovió un impacto positivo en sus interacciones sociales.

Teniendo en cuenta los hallazgos anteriores, en este estudio exploramos la viabilidad del uso de una plataforma robótica diferente llamada KIBO para involucrar a DS en la programación y el aprendizaje del pensamiento computacional (González-González et al., 2019).

Propuesta inclusiva de la enseñanza del pensamiento computacional y la programación: caso de estudio con estudiantes con síndrome de Down

Síntesis del caso de estudio

El estudio piloto se llevó a cabo en la asociación Down Tenerife, Tenerife, España, durante cinco semanas desde abril y mayo de 2018 en las aulas regulares de los estudiantes. Antes del inicio del estudio de caso piloto exploratorio, desarrollamos una sesión de capacitación sobre KIBO con los profesionales de la asociación Down Tenerife (González et al., 2018). Luego, el estudio fue aprobado por el consejo de la asociación Down Tenerife. Después de eso, contactamos con los profesionales interesados en participar en el estudio y seleccionamos a los estudiantes con ellos. Luego se envió un consentimiento informado a las familias del estudiante. Siete participantes diagnosticados con SD de edades comprendidas entre 7 y 19 años (3-6 edades cognitivas) y dos tutores han participado durante las sesiones desarrolladas. La información sobre el nivel curricular de los estudiantes y su perfil fue proporcionada por tutores. La metodología seleccionada para llevar a cabo la investigación ha sido el estudio de caso exploratorio, porque cada participante tiene necesidades particulares y su atención debe ser personalizada y queremos entender el fenómeno para generar ideas para una hipótesis adicional. Recopilamos datos cualitativos a través del método de observación para la evaluación de emociones, actitudes y habilidades de programación desarrolladas en sesiones por estudiantes que utilizan diferentes rúbricas. Además, realizamos entrevistas con tutores para estudiar cómo consideran la

inclusión de los robots en su aula, si consideran que la inclusión de robots, la codificación y el pensamiento computacional son interesantes para los estudiantes con síndrome de Down, la integración con otros objetivos de aprendizaje y sus percepciones del aprendizaje de los participantes. Luego, codificamos y analizamos los datos recopilados por los instrumentos cualitativos.

Con respecto a la evaluación de las emociones en entornos educativos, los investigadores del área de interacción hombre-computadora reconocen la importancia del estado emocional del estudiante en el proceso de aprendizaje (Torres-Carrión, González-González, Mora-Carreño, 2014). Como objetivo principal, los investigadores quieren saber cómo se siente un estudiante en el aula para producir un aprendizaje significativo. González y Navarro (2013) proponen diferentes métodos y técnicas para evaluar el estado emocional en los niños, como expresiones faciales, medidas subjetivas de sentimiento a través de cuestionarios, entrevistas, informes automáticos, desde un enfoque categórico multidimensional. Estos autores proponen los siguientes tipos de instrumentos para la evaluación emocional:

- Tipo verbal: escala Likert o diferencia semántica para clasificar las emociones; perfil emocional estándar (SEP), perfil de reacción, sentimientos hacia la escala publicitaria.
- Tipo no verbal: PrEmo, EmoCards, SAM, LemTool o GEW.
- Expresiones faciales: Affdex SDK, Facial Coding, FaceAPI, FaceSense, FaceReader, FaceSDK.
- Señales cerebrales: Emotiv-EPOC
- Biometría: dispositivos vestibles que permiten registrar variables biométricas para la evaluación emocional.

En este trabajo, hemos seleccionado un instrumento de evaluación emocional subjetiva llamado EMODIANA (González-González, Cairós-González y Navarro-Adelantado, 2013). Estos instrumentos tienen diez emociones principales: amor, alegría, satisfacción, sorpresa, nerviosismo, vergüenza, tristeza, miedo. El instrumento EMODIANA puede medir no solo la emoción, sino también la intensidad. En particular, hemos utilizado un EMODIANA adaptado para SD y sesiones, que permite al observador registrar diferentes emociones de un estudiante durante una sesión (Figura 1) (Torres-Carrión, González-González y Mora-Carreño, 2015). Este instrumento puede usarse directamente en la sesión o para el análisis de videos grabados de una sesión. Después de eso, es posible clasificar las emociones en emociones positivas, negativas y neutrales.

 Carriño	 Razón: Sujeto Actividad Externo	 Aburrimiento	 Razón: Sujeto Actividad Externo
 Alegría	 Razón: Sujeto Actividad Externo	 Tristeza	 Razón: Sujeto Actividad Externo
 Satisfacción	 Razón: Sujeto Actividad Externo	 Vergüenza	 Razón: Sujeto Actividad Externo
 Sorpresa	 Razón: Sujeto Actividad Externo	 Nerviosismo	 Razón: Sujeto Actividad Externo
 Seriedad	 Razón: Sujeto Actividad Externo	 Miedo	 Razón: Sujeto Actividad Externo

Figura 1. Instrumento observacional de emociones en situaciones de aprendizaje (Torres-Carrión et al., 2017).

Participantes

Los participantes del estudio fueron siete estudiantes (3 mujeres y 4 hombres) con edades cronológicas entre 7 y 19 años. Cabe señalar que las edades cognitivas de los participantes no corresponden a las edades cronológicas, por lo tanto, algunos de los participantes mayores tienen un nivel cognitivo más bajo que los de edades cronológicas más bajas. Los contenidos y actividades a desarrollar se han adaptado a las necesidades particulares de cada uno de los participantes y se han trabajado con los tutores y profesionales encargados de la educación de cada uno de ellos. La Tabla 1 describe las características de cada uno de los participantes.

Tabla 1. Descripción de los participantes, donde P: participantes; ECR: Edad cronológica y ECG: Edad cognitiva, S: Sexo y los contenidos que se enseñarán.

P	ECR	ECG	S	Contenidos
	10	6	M	Lenguaje integrado con programación y pensamiento computacional.
	7	5	F	Lenguaje integrado con programación y pensamiento computacional.
	11	5-6	M	Sesión de logopedia integrada con programación y pensamiento computacional.
	19	3-4	M	Sesión de logopedia integrada con programación y pensamiento computacional. (*)

P	ECR	ECG	S	Contenidos
	13	6	F	Matemáticas integradas con programación y pensamiento computacional.
	15	6	F	Sesión de logopedia integrada con programación y pensamiento computacional.
	14	3-4	M	Matemáticas integradas con programación y pensamiento computacional.
(*) Este participante en muchas ocasiones requirió que el especialista tradujera la información, utilizando lenguaje de señas.				

Actividades

1. Diseñamos actividades adaptadas para cada participante según su nivel curricular. Además, los contenidos relacionados con el pensamiento computacional y la codificación se integraron con la materia actual que cada participante ha estado trabajando en este momento particular del curso y el maestro considera que es el más relevante para el estudiante.
2. En total, se diseñaron 23 actividades con diferentes duraciones, de 15 a 30 minutos. Así, se organizó una sesión de una hora con 2 a 4 actividades, dependiendo de cada caso. Algunos ejemplos de diferentes tipos de actividades se muestran en la Tabla 2.
3. La primera actividad común para todos los participantes fue la introducción a KIBO. El objetivo principal de esta actividad era conocer al robot, cada uno de sus elementos y cómo funciona. Además, en esta sesión, los participantes aprenden a programar una secuencia básica con KIBO. Esta sesión dura 20 minutos.

Otras actividades de KIBO estuvieron relacionadas con planes de estudio como las matemáticas (números y operaciones básicas) o el lenguaje (léxico / semántico / frases) y otros contenidos funcionales o terapia cognitiva / del habla, como el conocimiento emocional, las relaciones sociales, el tiempo, la atención y la memoria auditiva, conocimiento sobre su cuerpo. Cada actividad fue correlacionada con las competencias de pensamiento computacional que se estaban trabajando en la misma. Las competencias fueron las siguientes:

- PC1: hardware / software (los objetos inteligentes no son mágicos, los objetos están diseñados por humanos)
- PC2: algoritmos (secuenciación / orden, organización lógica)
- PC3: modularidad (división de tareas más grandes en partes más pequeñas, instrucciones), estructuras de control (reconocimiento de patrones y repetición, causa y efecto)
- PC4: representación (representación simbólica, modelos)
- PC5: proceso de diseño (resolución de problemas, perseverancia, edición / revisión)
- PC6: depuración (identificación de problemas, resolución de problemas, perseverancia)

Sesiones

La sesión inicial fue un taller desarrollado con el profesorado y profesionales de la asociación Down Tenerife para formarles sobre el uso de la robótica educativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en particular, se profundizó en el kit de robótica de KIBO.

Luego, se desarrollaron las sesiones con los y las estudiantes, que incluyeron una primera sesión de familiarización y diagnóstico, donde el investigador observó en qué contenido estaban trabajando y cómo lo aprendieron sin KIBO. Esta primera sesión fue necesaria para observar el nivel curricular que se está trabajando en el aula, así como la respuesta de cada uno de los estudiantes en el grupo de estudiantes, las diferentes capacidades y su actitud. También recibimos diferentes indicaciones sobre el nivel de cada participante y recomendaciones como el tipo de carta que actualmente pueden leer, las operaciones y las formas en que podrían hacerse, y otras particularidades a tener en cuenta para diseñar actividades con KIBO de forma exitosa.

En la segunda sesión con cada uno de los participantes, presentamos el robot KIBO y su programación en el aula. Para ello, ponemos en práctica diversas actividades de presentación que hemos preparado previamente, así como la presentación de sus múltiples funciones, su lenguaje de programación a través de bloques de madera y su forma de comunicarse. Durante el desarrollo de estas sesiones se completó un registro de progreso de las diferentes emociones de los estudiantes, así como una evaluación correspondiente sobre sus habilidades de programación y pensamiento computacional.

Teniendo en cuenta la respuesta que cada una de las personas estudió en las sesiones anteriores, diseñamos algunas actividades tratando de despertar en cada una de ellas el interés y el entusiasmo por llegar al programa KIBO. Para hacer esto, como hemos mencionado anteriormente, las actividades del nivel curricular de cada uno se han utilizado como hilo conductor. Así, en la tercera sesión se realizaron actividades relacionadas con su currículum y / o terapia con KIBO. Entonces, trabajamos ambos contenidos: el relacionado con el pensamiento computacional y la programación y el correspondiente al currículo adaptado. Las sesiones tuvieron diferentes grados de éxito para cada participante. Analizamos los resultados más tarde, pero en general esta tercera sesión se llevó a cabo sin dificultades y con gran aceptación por parte de los participantes. Utilizamos diferentes instrumentos de evaluación para evaluar el desarrollo de la sesión.

Finalmente, realizamos entrevistas con los tutores de los estudiantes para conocer sus propias evaluaciones observadas sobre el aprendizaje de sus estudiantes, así como otros aspectos de la intervención.

Resultados

Los principales resultados de este estudio piloto fueron los siguientes:

Respecto a la pregunta de investigación 1. Sobre ¿cómo es la interacción de los/las estudiantes con SD de edades cognitivas 3-6 con un robot tangible (KIBO) según su capacidad de atención, interés, motivación y respuesta emocional?, los resultados mostraron un impacto positivo en el compromiso. El interés en las actividades es alto (1) en 3 participantes y medio en otros 3 (0,5), la motivación en la programación es media (0,5) en 4 participantes y alta en uno (1) y todos los participantes han interactuado con KIBO satisfactoriamente. Además, observamos emociones altamente positivas durante la intervención con KIBO en seis estudiantes (1), medio en uno (0,5), y ninguna emoción negativa durante las dos sesiones de intervención, donde los estudiantes trabajaron los conceptos de programación y pensamiento computacional.

En cuanto a la pregunta de investigación 2 sobre ¿los estudiantes con SD son capaces de programar a un robot tangible (KIBO)?, observamos que, excepto dos estudiantes, cinco de ellos comprenden los bloques y elementos de KIBO, programan secuencias básicas para lograr los objetivos propuestos en las actividades y cuatro estudiantes pueden programar KIBO sin ayuda. Con respecto a las competencias de pensamiento computacional, en la tabla 2 se resumen los principales hallazgos observados para cada participante en cada sesión.

Tabla 2. Descripción de los resultados observados en los participantes sobre su comprensión de la programación de KIBO.

Participante	Sesión 1. Diagnóstico y familiarización	Sesión 2. Introducción a la robótica y la programación.	Sesión 3. Programación y currículum
	Estudiante iniciado en lectura y escritura y pensamiento lógico-matemático. Conocimiento vago de lo que los robots se refieren a dibujos animados y películas. Procesa correctamente la información, pero tiene dificultades en la organización lógica. A veces puede distinguir entre elementos u objetos de la misma propiedad.	Está atento a la presentación del robot y responde correctamente a las preguntas sobre el robot KIBO haciendo preguntas sobre sus elementos y funcionamiento. El participante, después de una simple explicación de cómo el lector de KIBO debería pasar los códigos, sabía cómo hacerlo solo en todo momento, logrando controlar la distancia del lector, lo que a veces complica la lectura. En la programación, no llega a distinguir en absoluto entre los diferentes bloques de programación, ya que en algunas ocasiones los confunde para que no llegue a tener un gran dominio del lenguaje del robot.	Recordó el funcionamiento del robot y la forma de programarlo. Trabajamos en actividades relacionadas con el lenguaje, teniendo que seleccionar una palabra con una acción y luego programar el robot para realizar esa acción. Además de la acción solicitada, el participante agregó otras acciones que lo divertieron (por ejemplo, encender la bombilla). Se observó una evolución positiva en términos de resolución de problemas y programación.
2	Se distrae fácilmente. Solo en raras ocasiones organiza y analiza la información que recibe. Tiene dificultades para distinguir objetos y / o	No había oído hablar de robots antes. No hizo ningún comentario o pregunta sobre el funcionamiento de KIBO.	Recordó a KIBO y mostró gran entusiasmo por trabajar con él nuevamente, aunque tuvo algunas dificultades para recordar todas las partes de

Participante	Sesión 1. Diagnóstico y familiarización	Sesión 2. Introducción a la robótica y la programación.	Sesión 3. Programación y currículum
	elementos entre propiedades. Se está iniciando en la lectura-escritura y el pensamiento lógico matemático.	Estaba muy entusiasmada de unir los diferentes bloques, tratando de incorporar la mayor cantidad posible, sin un orden o intención previa. el participante no quería recibir ayuda sobre cómo leer los bloques con el lector del robot, indicó que quería hacerlo ella misma, ya que no era receptiva a hacer preguntas relacionadas con el orden y las acciones que realmente quería KIBO para hacer. No muestra interés en que el robot esté programado para llevar a cabo una actividad de manera concreta, no comienza a distinguir entre los diferentes bloques de programación y no muestra un esfuerzo por comprender el lenguaje KIBO.	KIBO y cómo funcionaba. En programación, se centró en unir los bloques sin un orden lógico. Con la ayuda del maestro en la actividad de leer las oraciones, pudo relacionar la imagen con la acción a realizar. En la programación, agregue bloques innecesarios que distorsionen la ruta del robot.
3	Poca actitud participativa. Si el participante no tiene fluidez verbal y le resulta difícil expresar lo que necesita o piensa, el terapeuta del habla utiliza el lenguaje de señas para reforzar la comunicación con él. A partir de las indicaciones que nos da el logopeda, podemos indicar que él / ella está iniciando en la lectura-escritura y en el pensamiento lógico matemático.	Muestra un alto grado de interés en el robot y su funcionamiento. Se requirió el apoyo del terapeuta del habla para comunicarse con el participante. Se hicieron preguntas cerradas sobre las acciones que quería que KIBO ejecutara y el estudiante tuvo que programar el robot para que las realizara. La luz del lector de KIBO lo distrajo y, por lo tanto, le dificultó manipular los bloques de madera para programar. El alumno con ayuda puede realizar secuencias de programación básicas. Hay una evolución positiva en el conocimiento del robot, sin embargo, no muestra interés en las actividades propuestas, no le interesa que el robot sea programado para realizar una acción determinada y no trata de entender el lenguaje de la misma.	El participante recordó el nombre del robot y en los días que no hemos estado presentes le preguntó a su maestro sobre KIBO. El alumno no muestra interés en realizar actividades, solo exige la necesidad de volar. Por lo tanto, la actividad se adaptó, colocando en la plataforma de KIBO una serie de bolígrafos que el estudiante tuvo que intentar derribar a través del golpe mientras KIBO estaba girando, para luego contar las plumas que habían caído sobre la mesa. Para esto tuvo que programar el robot para que se volviera cinco veces. El alumno con ayuda en la programación, podría realizar la actividad.
4	El estudiante se distrae fácilmente, no ha comenzado con el pensamiento lógico matemático o responde	El estudiante estaba muy atento a la explicación del robot y su funcionamiento, sorprendido de cómo podía comunicar lo que	El alumno recordaba muy poco de lo que se había trabajado en la sesión anterior, por lo tanto, se recordaba cada uno de los

Participante	Sesión 1. Diagnóstico y familiarización	Sesión 2. Introducción a la robótica y la programación.	Sesión 3. Programación y currículum
	favorablemente a la alfabetización.	queríamos que hiciera el robot a través de los bloques de madera. A pesar de su interés, no pudo distinguir entre los diferentes bloques de programación y no entendió completamente el lenguaje de KIBO.	elementos y la forma de programación. La actividad incluyó la realización de una artesanía (mano de goma) que se utilizó en la plataforma KIBO, acciones sociales, como saludos con la mano y movimientos del robot. El alumno tuvo dificultades para llevar a cabo las secuencias de programación de forma autónoma.
5	El alumno es muy atento, curioso y capaz de autocorregirse. La estudiante organiza la información que recibe y la analiza de manera lógica, también es capaz de distinguir entre los objetos de una propiedad y responde favorablemente al proceso de lectura y escritura y al pensamiento matemático lógico, típico de su edad cognitiva. No tiene conocimiento sobre qué es un robot.	El estudiante fue muy atento y anticipa con preguntas sobre los elementos y el funcionamiento de KIBO. La actividad consistió en realizar diferentes coreografías para que KIBO pudiera bailar. El participante dominó la colocación de los bloques desde el primer momento en que explicamos y disfrutamos las actividades propuestas, exigiendo nuevas variantes. Es capaz de interactuar correctamente con el robot y distinguir los bloques de programación.	El alumno recuerda KIBO y su funcionamiento. Realiza diferentes secuencias de programación relacionadas con las matemáticas (tiempo, series de números) y un juego con dados y movimientos KIBO. Ha podido realizar la programación de forma autónoma y cumplir con éxito los objetivos de la actividad.
6	Es tímida y se preocupa en exceso si falla. Organiza la información que recibe y la analiza de manera lógica, también es capaz de distinguir objetos entre propiedades y se inicia en el proceso de lectura y escritura y pensamiento lógico matemático, enfatizando que lee oraciones con el apoyo de pictogramas.	Está atento a la explicación y realiza la actividad de crear una secuencia básica de programación para programar a su compañero con éxito. Se desarrolla de forma autónoma y ofrece ayuda a su socio en la programación de KIBO. Presenta algunas dificultades en la distinción de los diferentes bloques de programación y lenguaje.	Recordaba a KIBO y cómo funcionaba. Se trabajó en la atención auditiva y la memoria, dictando las secuencias de programación que debían construirse con los bloques de madera. La complejidad de las secuencias fue en aumento. El participante realizó las actividades de manera ejemplar, creando las secuencias de manera precisa. La siguiente actividad estuvo relacionada con la lectura, y el participante tuvo que leer un conjunto de oraciones y asociarlas con pictogramas y acciones de KIBO. En esta segunda actividad, el participante mostró dificultades para leer oraciones, pero no con la programación de KIBO, que se realizó con precisión.
7	Al principio, el participante se comportó tímidamente, pero luego adquirió fluidez. El	El alumno fue muy participativo, atendiendo las diferentes funciones que	Se realizó la actividad de atención y memoria auditiva, dictando secuencias simples a

Participante	Sesión 1. Diagnóstico y familiarización	Sesión 2. Introducción a la robótica y la programación.	Sesión 3. Programación y currículum
	estudiante se inicia en alfabetización, apoyado por pictogramas y pensamiento lógico matemático, presentando dificultades en el reconocimiento de objetos entre propiedades. Sabía lo que era un robot para películas.	tiene el robot e interactuando durante la explicación. En la actividad tuvo que leer e interpretar la secuencia a programar con su propio cuerpo y luego programar KIBO. Presenta algunas dificultades para programar KIBO de forma autónoma. No siempre es interesante que el robot esté programado para realizar una acción específica y no intente comprender su lenguaje, por lo tanto, no distingue entre los diferentes bloques de programación.	programar. El alumno no presenta dificultades con la programación de secuencias simples. La lectura de los códigos de barras de los bloques se realiza de forma autónoma, sin embargo, requiere ayuda para la creación de las secuencias.

Conclusiones

Los resultados de este estudio muestran que KIBO promueve el aprendizaje de la programación básica y las habilidades de pensamiento computacional en estudiantes con síndrome de Down. Sin embargo, se han encontrado algunos inconvenientes con KIBO, por ejemplo, en el ensamblaje de la rueda y los motores, o en el escaneo de los códigos de barras, debido a que los estudiantes ponen los bloques demasiado cerca del escáner o, a veces, no esperaron al pitido o led para confirmar la lectura del código para continuar la lectura de la secuencia. Con respecto a las prácticas, a veces los estudiantes simplemente juntan los bloques, pero sin ninguna secuencia lógica.

Al tratar de responder a los diferentes objetivos de investigación, podemos afirmar que el robot KIBO despierta emociones muy positivas en los estudiantes con síndrome de Down, así como mantenerlos motivados en el desarrollo de las sesiones. Todos los estudiantes respondieron favorablemente a trabajar con KIBO, mostrando en ciertos casos avances en el dominio del robot y su programación con una evolución positiva de una sesión a otra.

Con respecto a las personas con síndrome de Down como sujetos de investigación, debemos comentar que presentan características, habilidades y aptitudes favorables para trabajar con robots y la programación. Después del análisis que hemos realizado a cada uno de los siete participantes, podemos afirmar que seis de ellos han estado trabajando en el pensamiento lógico-matemático desarrollado con muy buenos resultados. Por esta razón, consideramos que son capaces de adquirir un pensamiento computacional de la misma manera que adquieren pensamiento matemático. Hemos observado que algunos participantes necesitan más tiempo para adquirir las mismas habilidades que sus compañeros/as. En general, el proceso para consolidar el aprendizaje en estudiantes con síndrome de Down lleva más tiempo que las personas sin esta condición, y aprenden de manera más lenta y diferente que las personas sin

discapacidades. En las sesiones de intervención realizadas con estudiantes con síndrome de Down hemos incorporado diferentes actividades educativas, como la introducción del robot KIBO, sus elementos y programación del lenguaje y otras actividades relacionadas con otros contenidos como matemáticas, lenguaje, habilidades emocionales y sociales, etc., donde los estudiantes se iniciaron en el pensamiento computacional.

Como limitaciones de este estudio, observamos el corto período de tiempo para desarrollar el estudio piloto y el número de participantes involucrados. Otra limitación de este estudio exploratorio es el sesgo probable en las mediciones subjetivas, principalmente en los procedimientos de observación y en la entrevista. Por lo tanto, se debe extender el estudio tratando de involucrar a más estudiantes y tutores. Además, planeamos otras actividades sobre pensamiento computacional sin robots, con robots y con tabletas digitales.

Creemos que el pensamiento computacional debe iniciarse en edades tempranas, junto con la lectura, la escritura y el conocimiento matemático. Pensamos que es necesario comenzar a trabajar el pensamiento computacional desde las aulas tradicionales con un enfoque inclusivo, trabajando con diferentes tipos de discapacidades. Además, el profesorado considera que la robótica tangible podría ser útil como herramienta educativa para sus estudiantes y como herramienta de motivación. Sin embargo, el pensamiento computacional necesita espacio y un reconocimiento específico en el plan de estudios y no solo debe considerarse como algo complementario.

Referencias

- Ackermann, E. (2002). Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the Difference. Massachusetts Institute of Technology.
- Albo-Canals, J., Martelo, A. B., Relkin, E., Hannon, D., Heerink, M., Heinemann, M., ... & Bers, M. U. (2018). A pilot study of the KIBO robot in children with severe ASD. *International Journal of Social Robotics*, 10(3), 371-383.
- Balanskat A. & Engelhardt K. (2015). "Computing our future Computer programming and coding Priorities, school curricula and initiatives across Europe".
- Bargagna, S., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dario, P., Dell'Omo, M., ... & Sgandurra, G. (2019). Educational robotics in Down syndrome: A feasibility study. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 315-323.
- Baxter, P., Ashurst, E., Read, R., Kennedy, J., & Belpaeme, T. (2017). Robot education peers in a situated primary school study: Personalisation promotes child learning. *PloS one*, 12(5), e0178126.
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), n2.
- Bers, M. U. (2017). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.

- Bers, M. U., & Horn, M. S. (2010). Tangible programming in early childhood. *High-tech tots: Childhood in a digital world*, 49, 49-70.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145.
- Bers, M.U. (2008). *Blocks to robots : learning with technology in the early childhood classroom*. Teachers College Press, 2008.
- Bers, M.U. (2018). "Coding as a Literacy for the 21st Century - Education Futures: Emerging Trends in K-12 - Education Week," Education Week, 2018. [Online]. Available: https://blogs.edweek.org/edweek/education_futures/2018/01/coding_as_a_literacy_for_the_21st_century.html. [Accessed: 05-May-2019].
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016). Developing computational thinking in compulsory education. European Commission, JRC Science for Policy Report.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012, April). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada (Vol. 1, p. 25).
- Brosterman N. & Togashi (1997). *Inventing kindergarten*. H.N. Abrams.
- Computer Science Teachers Association (2017), "CSTA K-12 Standards - Computer Science Standards," 2017. [Online]. Available: <https://www.csteachers.org/page/about-csta-s-k-12-nbsp-standards>. [Accessed: 06-May-2019].
- da Silva Filgueira, M. G. & González González, C. S. (2017). Pequebot: Propuesta de un sistema ludificado de robótica educativa para la educación infantil. In *Actas del Congreso Internacional de Videojuegos en Educación*. Tenerife, España.
- Eck, J., Hirschmugl-Gaisch, S., Hofmann, A., Kandlhofer, M., Rubenzer, S., & Steinbauer, G. (2013). Innovative concepts in educational robotics: Robotics projects for kindergartens in Austria. In *Austrian Robotics Workshop* (Vol. 14, p. 12).
- Garcia-Peñalvo, F. J. (2016, September). A brief introduction to TACCLE 3—coding European project. In *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE)* (pp. 1-4). IEEE.
- González-González, C. S., & Navarro-Adelantado, V. (2015). Métodos y técnicas para la evaluación de la experiencia emocional de niños y niñas con videojuegos activos. In

- XVI Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. Interacción (pp. 141-151).
- González-González, C. S., Cairós-González, M., & Navarro-Adelantado, V. (2013). EMODIANA: Un instrumento para la evaluación subjetiva de emociones en niños y niñas. En *Actas del XIV Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador*.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.
- Habib, M. (2019). Ed., *Advanced Online Education and Training Technologies*. IGI Global.
- Hu, R., Feng, J., Lazar, J., & Kumin, L. (2013). Investigating input technologies for children and young adults with Down syndrome. *Universal access in the information society*, 12(1), 89-104.
- Janka, P. (2008). Using a programmable toy at preschool age: why and how. *Proc. SIMPAR*, 112-121.
- Jung, S., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability*, 10(4), 905.
- Komis, V., & 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*.
- Martos-Crespo, F. (2006). "Guía para la atención educativa de los alumnos y alumnas con síndrome de Down," Granada.
- Ministerio de Educación (2018). "Informe sobre Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España". Recuperado de <http://educalab.es/-/informe-sobre-programacion-robotica-y-pensamiento-computacional-en-el-aula-situacion-en-espana>
- Ministry of Education (2015). "Down syndrome A resource for educators Mate Pūira Kehe He rauemi mā a te kaiwhakaako". Available at <https://www.inclusive.tki.org.nz/assets/inclusive-education/MOE-publications/MOESE0045DownSyndrome-booklet.pdf>
- Moreno-León, J., & Robles, G. (2015, March). The Europe Code Week (CodeEU) initiative shaping the skills of future engineers. In *2015 IEEE global engineering education conference (EDUCON)* (pp. 561-566). IEEE.
- Nadel, L. (2003). Down's syndrome: a genetic disorder in biobehavioral perspective. *Genes, Brain and Behavior*, 2(3), 156-166.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Resnick, M., & Siegel, D. (2015). A different approach to coding. *Bright/Medium*.

- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... & Kafai, Y. B. (2009). Scratch: Programming for all. *Commun. ACM*, 52(11), 60-67.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children. Routledge.
- Sternberg, R. J. (1997). Thinking styles. Cambridge University Press.
- Stoeckelmayr, K., Tesar, M., & Hofmann, A. (2011). Kindergarten children programming robots: a first attempt. *Proc. Robotics in Education*, 185-192.
- Sullivan, A., & 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.
- Sullivan, A., Elkin, M., & Bers, M. U. (2015, June). KIBO robot demo: engaging young children in programming and engineering. In *Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children* (pp. 418-421). ACM.
- Taylor, M. S. (2018). Computer programming with Pre-K through first-grade students with intellectual disabilities. *The journal of special education*, 52(2), 78-88.
- Tien, B. (1999). Effective Teaching Strategies for Successful Inclusion: A Focus on Down Syndrome. A Resource Guide for Educators and Parents. The PREP Program, 1001-17 St. NW, Calgary, AB T2N 2E5, Canada.
- Torres Carrión, P.V. (2017). Evaluación de Estrategias de Aprendizaje con HCI Kinect en Alumnos con Síndrome Down (Doctoral dissertation, UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)).
- Torres-Carrión, P., González González, C. S., Barba-Guamán, L. R., & Torres-Torres, A. C. (2017). Experiencia Afectiva de Usuario (UAX): Modelo desde sensores biométricos en aula de clase con plataforma gamificada de Interacción Gestual.
- Torres-Carrión, P., González-González, C., & Carreño, A. M. (2014, September). Methodology of emotional evaluation in education and rehabilitation activities for people with Down syndrome. In *Proceedings of the XV International Conference on Human Computer Interaction* (p. 21). ACM.
- Torres-Carrión, P., González-González, C., & Carreño, A. M. (2015, September). Facial Emotion Analysis in Down's syndrome children in classroom. In *Proceedings of the XVI International Conference on Human Computer Interaction* (p. 15). ACM.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

CAPÍTULO 5.

PROPUESTA INCLUSIVA DE LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA PROGRAMACIÓN: UN CASO DE ESTUDIO EN AULAS HOSPITALARIAS

Versión extendida del artículo:

González-González, C.S., Cáceres L. & Violant V. (2019, October). Bringing Computational Thinking to Hospital Classrooms. In Proceedings of the Seven International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. ACM, New York, NY, USA. DOI: <https://doi.org/10.1145/3362789.3362908>

Incluido en el Anexo 5.

Resumen

Los derechos fundamentales de los menores hospitalizados incluyen recibir atención educativa y emocional durante la situación de enfermedad. Actualmente la enseñanza del pensamiento computacional y la programación constituyen una nueva alfabetización que debe ser llevada a todas las aulas, incluidas las aulas hospitalarias. En este trabajo se presenta un caso de estudio sobre una intervención educativa inclusiva y adaptable a las características de las aulas hospitalarias para la enseñanza del pensamiento computacional de forma transversal y la programación sin pantallas y con robots, incluyendo además el trabajo con emociones. Los resultados indican que la intervención ha mejorado el estado emocional de los menores, así como sus conocimientos respecto al pensamiento computacional.

Palabras clave: Pensamiento computacional, diversidad, inclusión, aulas hospitalarias.

Introducción

En la sociedad actual el proceso de socialización cultural es predominantemente digital. Tanto jóvenes, niños/as, adultos y mayores se encuentran inmersos en un ecosistema de información multimodal donde la tecnología forma parte de sus vidas cotidianas. Las experiencias, incluidas las de enseñanza-aprendizaje se encuentran mediadas por las tecnologías de la información y comunicación. Asimismo, las tecnologías también se hacen presentes en los contextos hospitalarios abriendo numerosas posibilidades para la normalización de las personas en situación de enfermedad y convalecencia, requiriendo de profesionales formados en las mismas para que puedan realmente ser efectivas (Prendes, 2014; Violant, 2015; Bisquerra, 2015; González, 2015).

Uno de los ejes fundamentales dentro de los derechos de los niños y niñas en situación de hospitalización es la atención educativa y lúdica (Violant, Molina y Pastor, 2009; Lizasoain y Violant, 2015). No cabe duda de que la tecnología es uno de los factores que favorecen los procesos de integración, inclusión y normalización. Además, permiten crear espacios de atención educativa virtuales, así como expandir y potenciar los presenciales y se pueden integrar con metodologías flexibles adaptadas a las necesidades del alumnado hospitalizado (González y Violant, 2015).

Asimismo, actualmente existen nuevas alfabetizaciones que deben ser introducidas en los sistemas educativos, tales como la alfabetización digital y la enseñanza del pensamiento computacional y la programación (Resnick, 2013; Pretz, 2014; Balanskat y Engelhardt, 2015; Bocconi et al., 2016; García-Peñalvo, 2017; Llorens Largo et al., 2017; Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, 2018). Del mismo modo que en siglos pasados era necesario que los ciudadanos aprendieran a escribir, no solo para leer para ser productores de información y conocimiento en vez de solo consumidores, en el siglo XXI, en la sociedad digital de información, es necesario que los ciudadanos aprendan “codificar” para ser productores digitales de información, no solo consumidores digitales de la misma (Bers, 2017). Por ello, ésta alfabetización debe ser llevada a todas las aulas, incluidas las aulas hospitalarias. Es importante destacar que la población de un aula hospitalaria es heterogénea, puesto que conviven niños y niñas de diferentes edades, niveles educativos, con diferentes enfermedades y tratamientos, por lo que el diseño de las actividades se debe ajustar a esta diversidad (González y Violant, 2019).

En relación con la importancia de la alfabetización digital de la población, incluyendo personas con necesidades educativas específicas, tal y como es el caso de los menores en situación de hospitalización, en este trabajo se presenta una experiencia piloto de introducción de la robótica educativa como un recurso didáctico transversal en el aula hospitalaria del Hospital Universitario de Canarias. Para poder llevarla a éste tipo de aulas, se diseñó una intervención educativa inclusiva y adaptable a las características de las aulas hospitalarias para la enseñanza del pensamiento computacional y la programación sin pantallas y con robots. Las principales preguntas de investigación que se intentarán responder a través de ésta experiencia son las siguientes:

4. ¿Es posible introducir la enseñanza del pensamiento computacional de forma transversal a través de la robótica educativa en las aulas hospitalarias?

5. ¿Existen diferencias significativas entre las emociones de entrada y salida después de la intervención con el kit de robótica educativa KIBO en el aula hospitalaria?

El capítulo se organiza de la siguiente manera: primero, describiremos los fundamentos que sustentan la propuesta de introducción del pensamiento computacional y la robótica educativa en las aulas hospitalarias, describiendo el contexto, los potenciales usos de las tecnologías en éstos contextos, así como algunos trabajos previos relacionados con ésta propuesta; luego, presentaremos el caso de estudio, los materiales y métodos de la experimentación y los principales resultados obtenidos.

Fundamentos

Contexto: las aulas hospitalarias

Las aulas hospitalarias son aulas ubicadas en un hospital que tienen el objetivo de brindar atención escolar al alumnado enfermo que se encuentra ingresado. Las edades de los menores que atienden a dichas aulas comprenden desde 0 a 16 años, por tanto, nos encontramos que los docentes hospitalarios deben brindar atención educativa a diferentes etapas (infantil, primaria y secundaria) (Violant, 2009).

Las aulas hospitalarias buscan normalizar la vida de los menores hospitalizados para que puedan continuar con los procesos de enseñanza y aprendizaje al mismo tiempo que se desarrollan actividades lúdicas y de apoyo emocional, disminuyendo el aislamiento. Asimismo, se intenta desde el aula hospitalaria ayudarles a comprender los procesos de su enfermedad, reduciendo el miedo y la ansiedad que les provoca esta situación, colaborando con el personal sanitario en los procesos de curación. Por otra parte, también se les ayuda conectando el hospital con la escuela durante el proceso de hospitalización y ayudándoles a reincorporarse cuando finaliza el mismo (González et al., 2011).

La duración de la hospitalización puede ser corta (inferior a diez días, predominante en las aulas hospitalarias) o más prolongada, en donde se realiza una programación de actividades educativas adaptada al alumno/a trabajando de forma integral distintos aspectos no sólo el escolar. Las actividades pueden realizarse de forma grupal o individual en el aula hospitalaria y en caso de que no pueda desplazarse a la misma, se realizan en la propia habitación (González y Violant, 2015).

Por las condiciones especiales de las aulas hospitalarias, la metodología de trabajo debe tener ser flexible, ya que se debe adaptar a las características particulares de alumnado, debe ser activa, permitiendo el aprendizaje basado en proyectos y partiendo de los intereses de los menores, debe fomentar la creatividad, las emociones, la socialización y tener un carácter lúdico-educativo. En este sentido, las tecnologías son un recurso valioso que puede ser aprovechado para apoyar el desarrollo de las actividades del aula hospitalaria (Prendes, 2014; González y Violant, 2015). A continuación, veremos cómo podemos utilizar las tecnologías en las aulas hospitalarias.

Usos potenciales de las TIC en las aulas hospitalarias

Algunas de las posibilidades que permiten las TIC en un aula hospitalaria son las siguientes (González y Violant, 2015):

6. Permiten realizar una atención educativa adaptada a la diversidad del alumnado, enriqueciendo la comunicación e interacción tanto con otros pacientes del hospital como con los compañeros de su escuela de referencia, así como con otros pacientes que se encuentran en su misma situación de hospitalización, en otros hospitales.
7. Favorecen y mejoran los estados psicológicos y sociales, mejorando el estado de ánimo, disminuyendo el aislamiento y dando continuidad y normalizando su vida.
8. Mejoran la gestión del aula y la coordinación con el centro de referencia y los materiales e información, además de facilitar la coordinación y comunicación con otros agentes (personal sanitario, administrativo, pacientes, familiares, etc.)
9. Facilitan la formación permanente del profesorado, la comunicación e intercambio y la participación en proyectos y compartición de experiencias y recursos.

Actualmente, existe un amplio abanico de herramientas y aplicaciones informáticas que pueden ser usadas en los contextos hospitalarios, por ejemplo, para trabajar las competencias digitales y de salud de los niños, niñas y jóvenes. Asimismo, algunas aplicaciones permiten inventar y crear tecnología, no solo consumirla, y de esta forma se puede trabajar el STEAM también en las aulas hospitalarias. Además, se puede hacer uso de herramientas colaborativas, redes sociales y videojuegos, ampliando el uso social y lúdico-educativo de las tecnologías (González y Violant, 2019). En este sentido, también se puede utilizar la robótica en las aulas hospitalarias para trabajar diferentes competencias, tales como la emocional y la digital (González et al, 2016), tal y como veremos en éste artículo.

Robótica en las aulas hospitalarias

Existen diferentes iniciativas para introducir la robótica en los hospitales para la atención socioemocional y educativa. En esta sección, mencionamos algunas de las iniciativas más relevantes.

Entre los diferentes estudios sobre el uso de robots sociales para apoyar a los niños/as en contextos hospitalarios (Tabla 1), los que se destacan son sobre el uso de los robots NAO, IROMEC, Pleo, Robovie, MOnarCH y Paro. Estos estudios muestran los beneficios positivos de su uso y buena aceptación por parte de los niños, sus familias, profesionales de la salud y educadores (Dawe et al., 2019). La tabla presenta una revisión de estudios relacionados que utilizan robots sociales con niños durante 2013-2019. Sin embargo, en nuestro estudio de caso, queríamos el uso práctico de un robot educativo creado específicamente para enseñar programación y pensamiento computacional en lugar de robots intencionalmente sociales.

Tabla 1. Estudios sobre robots sociales para apoyo a menores hospitalizados

Propósito	Población objetivo	Robot	Referencias
Jugar	Niños y niñas con discapacidad Trastornos del desarrollo neurológico.	IROME TEO	Besio et al. (2013) Van den Heuvel et al. (2017) Bonarini et al. (2016)
Interacción con niños y niñas.	Discapacidades Niños y niñas hospitalizados	ROBSNA MOnarCH Arash	Vélez et al. (2013) Gonçalves et al. (2015) Meghdari et al. (2016)
Apoyar la diabetes (autogestión, consejos, motivación, acompañar, ...)	Diabetes	NAO, Softbank robotics Aisoyl V5 Robot, Aisoy Robotics	De Greef et al. (2013) Lewis et al. (2014) Baroni et al. (2014) Kruijff-Korabayová et al. (2014) Alotaibi et al. (2015) Cañamero et al. (2016) Looije et al. (2016) Neerincx et al. (2016) Al-Tae et al. (2016) Blanson Henkemans et al. (2017) Henkemans et al. (2017)
Apoyo emocional (reducción de ansiedad, estrés, depresión y dolor)	Niños y niñas hospitalizados Niños y niñas prematuros Demencia Ansiedad	NAO, Softbank robotics Calmer IRobi, Yujin Robot Pleo, Innvo labs Emobie Huggable Paro, Paro robots	Trost et al. (2019) Williams et al. (2019) Ozaeta et al. (2018) Sarabia et al. (2018) Yasemin et al. (2016) Díaz-Boladeras et al. (2016) Larriba et al. (2016) Arnold (2016) Jeong et al. (2015) Albo-Canals et al. (2015)

			Okita (2013)
Educación / Entretenimiento	Comunicación deteriorada Niños y niñas hospitalizados	Robovie, Vstone Ltd MONarCH Arash NAO y Robovie, Softbank robotics, Vstone Ltd	Özkul et al. (2014) Messias et al. (2014) Köse et al. (2015) Sequeira et al. 2016) Meghdari et al. (2018)
Herramienta de terapia y acompañante	Parálisis cerebral Trastornos del desarrollo neurológico. Niños y niñas en la sala de espera antes de la visita médica. Exceso de peso Discapacidades y trastornos de la comunicación. Cáncer Trastornos del comportamiento Rehabilitación Neurorehabilitación Rehabilitación cognitiva	NAO, Softbank robotics Puffy SPELTRA KineTron, Robotics THERAPIST Ursus LEGO Mindstorm NXT, Lego	Barco et al. (2013) Calderita et al. (2013) Kozyavkin et al. (2014) Fridin et al. (2014) Calderita et al. (2014) Martí Carillo et al. (2017) Gelsomini et al. (2017) Ullrich et al. (2016) Swift-Spong et al. (2016) Robles-Bykbaev et al. (2016) Malik et al. (2016) Alemi et al. (2016) Rahman et al. (2015) Rabbitt et al. (2015) McCarthy et al. (2015) Malik et al. (2014) Alemi et al. (2014)
Telepresencia (conectar al niño/a enfermo a la escuela / educación, reducir el aislamiento social, ser una representación física del niño/a).	Encefalomielitis miálgica / síndrome de fatiga crónica	Robot-avatar	Børsting et al. (2016)

Debido a que este trabajo se enfoca en el uso de kits de robótica educativa para enseñar el pensamiento computacional en lugar de los robots sociales, buscamos experiencias relacionadas con la introducción de la robótica educativa en las aulas de los hospitales y descubrimos las siguientes:

- *Aulas Hospitalarias Madrid Sur (centros de Getafe, Leganés, Móstoles, Alcorcón y Fuenlabrada).* Éstas aulas hospitalarias participaron en la competición RetoTech Fundación Endesa con la ayuda de BQ, que les donó kits de robótica y una impresora 3D Witbox 2 e impartió formación gratuita para los docentes. El proyecto consistió en usar la tecnología para encontrar soluciones que mejoren su entorno, tal y como facilitar su estancia en el hospital. Para ello el alumnado con ayuda de los docentes crearon una maqueta automatizada de las habitaciones, del aula y añadieron una discoteca portátil movida por un robot Printbot Evolution. Además, los niños/as reprodujeron la sala de juegos y personalizaron muñecos Playmobil para que parezcan enfermos.
URL: <https://www.bq.com/es/proyecto-aulas-hospitalarias>
- *Aula hospitalaria de Getafe:* Una vez más, el aula hospitalaria de Getafe introduce la robótica, esta vez a través del robot Aisoy1 para trabajar los colores básicos, la lateralidad y las expresiones emocionales. Han realizado con Aisoy, dictados, trabalenguas, discriminación auditiva, onomatopeyas etc... y así practicado la ortografía y la dicción, así como la numeración.
URL: <https://robotica-educativa.hisparob.es/aisoy-en-las-aulas-hospitalarias-de-getafe/>
- *Aula hospitalaria de Murcia:* Las aulas hospitalarias de Murcia han introducido la robótica a través del kit My Robot y el proyecto denominado “Los robots mejoran mi vida”. El proyecto consistió en diferentes fases con secuencias de aprendizajes de acercamiento progresivo a la robótica y temas STEAM, tales como: a) acercamiento a los robots (inclusión de películas, cuentos sobre robots, los robots que nos rodean, las casas del futuro, los drones y máquinas, etc.); b) *nuestros robots* (construcción de un robot colectivo con cajas de cartón, las formas geométricas y los polígonos para hacer robots, construcción de robots de forma individual con materiales constructivos, juegos con los nombres de robots, robots que hablan con frases de robots, los robots que cuentan historias, diálogos de robots, canciones con los robots, historias animadas con robots, etc.); c) *cómo funcionan los robots* (programación robótica usando Scratch); d) *creamos robots* (sensores, cajas programadas, ejecución de movimientos, construcción de un coche con un motor) y e) *exposición y difusión de materiales creados* (exposición de los materiales creados, contar las historias, difusión por redes sociales).
URL: https://robotica-educativa.hisparob.es/emocionbots-en-las-aulas-hospitalarias-del-eaehd_rm/
- *Aula hospitalaria de Valladolid:* A través del proyecto “Misión a Marte” se propuso la creación de un espacio de colaboración entre el alumnado de secundaria del Instituto Cristo Rey y el alumnado ingresado en el hospital en el aprendizaje de la tecnología, en particular la robótica. Para publicar las sesiones, materiales para el diseño y programación de robots y las actividades utilizaron para ello foros, blogs (Wordpress), Youtube y Twitter.
URL: <http://cfievalladolid.centros.educa.jcyl.es/bitacora/index.cgi?wldPub=1417>

Propuesta inclusiva de la enseñanza del pensamiento computacional y la programación: caso de estudio con estudiantes aulas hospitalarias

Resumen

El trabajo se basa en una propuesta metodológica para trabajar el pensamiento computacional mediante un kit de robótica llamado KIBO robot (Bers, 2014). La propuesta metodológica se ha llevado a cabo en el aula hospitalaria del Hospital Universitario de Canarias ubicado en la isla de Tenerife. Los participantes han sido los niños, niñas y jóvenes que se encontraban hospitalizados y que pudieron asistir al aula hospitalaria durante los días en que se llevaron a cabo las cinco sesiones programadas. El objetivo principal de las sesiones fue ayudar a los menores a comprender y expresar sus sentimientos y emociones producidas por la situación de hospitalización que están viviendo.

Contexto

La propuesta metodológica se ha llevado a cabo en el aula hospitalaria del Hospital Universitario de Canarias (HUC), ubicado en San Cristóbal de la Laguna, Tenerife (Canarias). El HUC es un centro público dependiente de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias. Es un hospital de tercer nivel orientado a la asistencia médica del norte de Tenerife, también es el hospital de referencia para las islas menores de la provincia de La Palma, La Gomera y El Hierro. El hospital tiene un aula hospitalaria (Las Andoriñas) en la planta de Pediatría, destinada a continuar con el desarrollo educativo, afectivo y social de los niños, niñas y jóvenes que se encuentran hospitalizados, siempre y cuando su estado médico lo permita. La maestra del aula es nombrada por la Consejería de Educación.

Participantes

Los participantes del estudio han sido los niños, niñas y jóvenes que se encontraban hospitalizados y que pudieron asistir al aula hospitalaria durante los días en que se llevaron a cabo las cinco sesiones programadas durante los meses de mayo y junio de 2018. En total, la muestra se compuso de N=22 participantes (21 niñas y un niño) en edades comprendidas entre los 4 y los 16 años (M=12,4).

Los tutores (padres, madres y responsables legales) de participantes tuvieron que firmar un consentimiento informado del estudio y la intervención fue aprobada por el Comité responsable de la Consejería de Educación de Canarias. Asimismo, se informó y se solicitó la autorización para la utilización de imágenes.

Las características demográficas de los participantes de las sesiones se describen en la Tabla 2. El lugar de procedencia del alumnado es la zona norte de la isla de Tenerife. Las

patologías de los menores son diversas, destacando en larga duración la prevalencia de adolescentes ingresadas por trastornos en la alimentación. Por tanto, tenemos una muestra heterogénea que comparte las características a estudiar: el contexto (aula hospitalaria) y su estado emocional en la situación de hospitalización.

En este trabajo se desea medir si es factible introducir la enseñanza del pensamiento computacional en las aulas hospitalarias y su impacto a nivel emocional, midiendo las emociones antes y después de la intervención. La representatividad de la muestra viene determinada por las características que evaluamos en cada participante relacionadas al problema de estudio, la forma de medirlas y la información obtenida desde las mismas para la evaluación (Yanow y Schwartz-Shea, 2015).

Tabla 2. Participantes que asistieron a las sesiones realizadas en el aula hospitalaria.

Participante	Edad	Sexo	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5
P01	8	M	X				
P02	9	M	X				
P03	14	M	X				
P04	14	M	X				
P05	15	M	X				
P06	4	V		X			
P07	8	M		X			
P08	13	M		X			
P09	14	M		X			
P10	15	M		X			
P11	7	M			X		
P12	11	M			X		
P13	11	M			X		
P14	15	M			X		
P15	11	M				X	
P16	14	M				X	
P17	16	M				X	
P18	16	M					X
P19	14	M					X
P20	14	M					X
P21	15	M					X
P22	15	M					X

Procedimiento

Las estrategias que se llevaron a cabo en las diferentes sesiones siguieron una estructura básica:

- Juegos introductorios de presentación
- Introducción a las “ideas poderosas” de la ingeniería, robótica y programación a través de retos
- Trabajo individual o grupal
- Presentación y compartición con el grupo de la actividad realizada.
- Exploración y juego libre.

Por otra parte, los objetivos de aprendizaje relacionados con el pensamiento computacional que se persiguieron con las actividades fueron:

- Aprender y aplicar el proceso de ingeniería en la construcción de cosas (por ejemplo, los robots)
- Aprender los diferentes componentes de un robot y cómo funcionan.
- Aprender las instrucciones de programación.
- Adquirir las competencias de pensamiento computacional

Al mismo tiempo, las actividades se relacionaron con las emociones y buscaron desarrollar la creatividad de los menores, así como el conocimiento sobre la cultura local.

Las sesiones se llevaron a cabo de forma grupal dentro del horario habitual del aula hospitalaria (9 a 14h) y dentro su programación de actividades. Las actividades fueron llevadas a cabo por las investigadoras y la maestra responsable del aula. La mayoría de los participantes sólo acudieron a una de las sesiones.

Las actividades que se diseñaron y llevaron al aula hospitalaria fueron relacionadas con las emociones que se deseaban trabajar y las competencias de pensamiento computacional.

Instrumentos

Para la evaluación de cada una de las sesiones se han utilizado los siguientes instrumentos: Emodiana (González-González et al., 2013), rúbrica de evaluación de las competencias relacionadas con el pensamiento computacional y un diario de las sesiones.

Resultados

Emodiana: estados emocionales relacionados con la intervención

El análisis de las emociones referidas por los/as participantes a la entrada y a la salida de las sesiones grupales nos interesa especialmente por el carácter informativo sobre el impacto emocional de la misma. Así, para valorar el efecto emocional de la introducción de KIBO en el aula hospitalaria, compararemos las emociones informadas antes de iniciar las sesiones con las de la finalización de las mismas. Trabajamos con el total de valoraciones tomadas a lo largo de las cinco sesiones realizadas.

La Figura 6 presenta los resultados obtenidos sobre las emociones percibidas por los niños y niñas al llegar al aula hospitalaria, antes de comenzar las sesiones.

Como puede observarse en la Figura 6, las emociones que más frecuentemente se dieron antes de las sesiones eran: miedo (24%), alegría (21%), tristeza (16%), nerviosismo (16%), vergüenza (16%), cariño (3%), aburrimiento (2%) y seriedad (2%). Podemos ver que en un 58% eran emociones negativas (tristeza, miedo, aburrimiento, nerviosismo), un 24% de emociones positivas (alegría y cariño) y un 18% neutras (vergüenza y seriedad). También se les preguntó a los menores sobre las razones de por qué se sentían de esa manera, no solo por el tipo de emoción de la Emodiana. Por ejemplo, en el caso de la alegría, los niños y niñas dijeron que estaban felices por salir de sus habitaciones o por poder reunirse con otros niños y niñas en el aula. En cambio, en el caso del aburrimiento era debido a la falta de entretenimiento en sus habitaciones, miedo y nerviosismo por la operación o tristeza por no poder salir del hospital (Figura 1).



Figura 1. Imágenes de una sesión sobre emociones en dónde se muestran dibujos realizados por los niños y niñas expresando sus emociones y posterior programación hacia las emociones identificadas

En la Figura 2 se exponen los resultados sobre las emociones manifestadas por los niños y niñas al finalizar las sesiones, al irse del aula hospitalaria después de la sesión de intervención con KIBO.

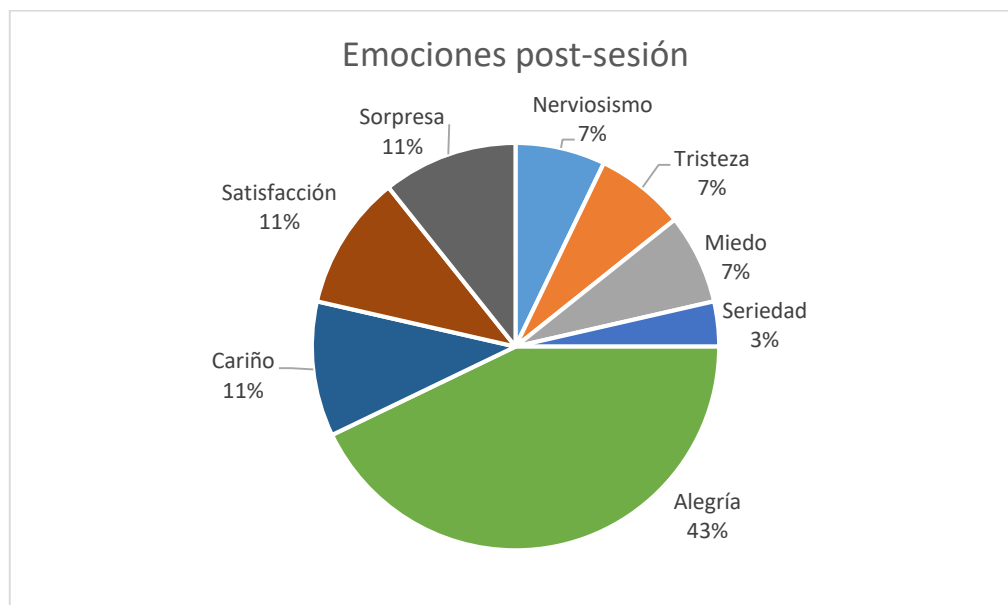


Figura 2. Resultados totales sobre las emociones percibidas después de la sesión.

Podemos observar además en la Figura 2 que las emociones que expresaron los menores después de las sesiones fueron: alegría (43%), sorpresa (11%), satisfacción (11%), cariño (11%), tristeza (11,1%), nerviosismo (7%), tristeza (7%), miedo (7%) y seriedad (3%). Vemos como aumentan las emociones positivas (65%) frente a las emociones negativas (21%) y neutras (14%). También, vemos que aparecen al finalizar la sesión nuevas emociones como la sorpresa y la satisfacción. Como razones posibles respecto a estas dos nuevas emociones que los niños y niñas expresaron fueron que no esperaban haberse divertido o sorprendido con las actividades realizadas durante la sesión. Además, aumentó la alegría, que, en este caso, tal y como lo manifestaron los niños y niñas, estaba relacionado con la propia actividad realizada en la sesión. Asimismo, disminuyeron el nerviosismo, la tristeza y el miedo y desaparecieron emociones como el aburrimiento y la vergüenza.

En la Figura 3 podemos observar las emociones categorizadas en positivas, negativas y neutras de forma comparada de los momentos antes y después de la sesión.

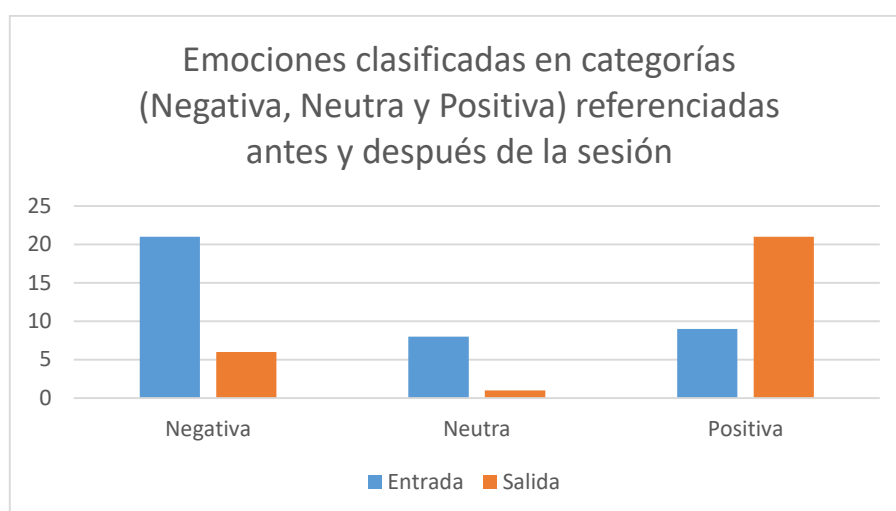


Figura 3. Número de emociones clasificadas en cada categoría al finalizar las sesiones en función de la clasificación de a la entrada.

La Tabla 2 presenta la tabla de contingencias que recoge el porcentaje de casos que informan sobre la emoción de salida en función de la emoción de entrada. En dicha tabla observamos que el 100% de los casos donde se informó emociones positivas al inicio, refieren emociones positivas a la salida; el 71,43% de los casos de emociones negativas a la entrada se modifican a positivas a la salida, el 23,80% conservaron su estado negativo y un 4,77% pasaron a emociones neutras; por otra parte, el 90% de los casos que informaron emociones neutras al inicio lo mantuvieron a la salida y pasaron a emociones negativas en un 10% de los casos.

Tabla 3. Tabla de contingencia para las emociones

		Emoción Salida		
		Positiva	Neutra	Negativa
Emoción Entrada	Neutra	0%	90%	10%
	Positiva	100%	0%	0%
	Negativa	71,43%	4,77%	23,80%

El análisis estadístico permite responder a la pregunta de investigación sobre si existen diferencias significativas entre las emociones de entrada y salida después de la intervención con KIBO en el aula hospitalaria, confirmando que las emociones indicadas por los menores antes de la intervención y después de la intervención son estadísticamente significativas como se demuestra a través de la prueba chi-cuadrado ($\chi^2 (2) = 0.001$; $p \leq .001$).

Evaluación del pensamiento computacional

Las 6 competencias relacionadas con el pensamiento computacional fueron puntuadas por los investigadores utilizando una escala del 1-5, donde el valor más alto implica un mayor grado de dominio observado en la competencia relacionada. Se realizó una rúbrica por participante y sesión y luego se obtuvo la media de las puntuaciones obtenidas.

Los resultados muestran que las competencias relacionadas al pensamiento computacional que mejor han sido logradas fueron la PC1 (hardware y software) y la PC2 (algoritmos) ($M = 4,2$), seguidas de la PC4 (representación) ($M = 4$), la PC3 (modularidad) ($M = 3,7$) y la PC5 (proceso de diseño) ($M = 3,4$). La competencia que parece resultar más difícil de lograr es la PC6 (depuración) ($M = 2,9$) (Ver Figura 10).

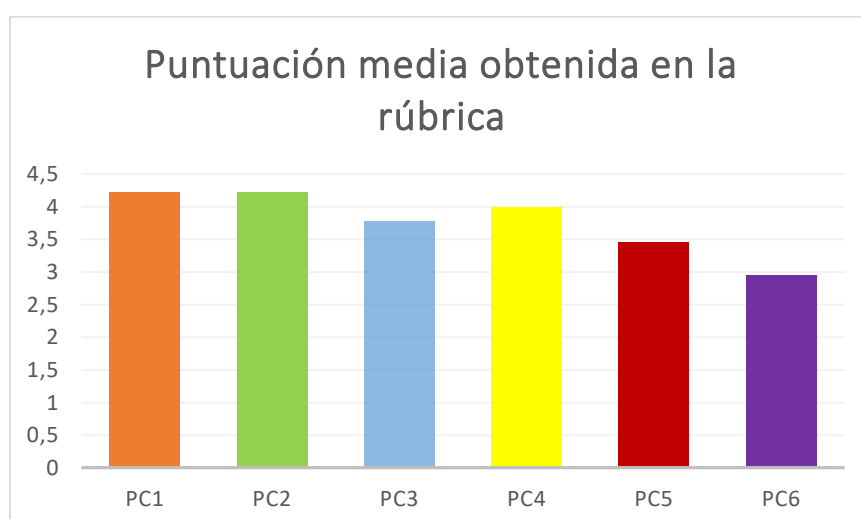


Figura 4. Puntuación media obtenida de la rúbrica de evaluación sobre pensamiento computacional.



Figura 5. Ejemplo de secuencias realizadas de simples a más complejas utilizando los bloques de KIBO para realizar una coreografía.

Diario de las sesiones

La información recogida en el diario de sesiones recoge la efectividad de la intervención realizada con el alumnado hospitalizado. Los participantes se han mostrado muy dispuestos y participativos en todas las actividades. Los registros cualitativos de las sesiones indican un alto grado de cumplimiento de los objetivos planteados en las actividades de robótica educativa planteadas.

Sin embargo, la planificación inicial de las sesiones tuvo que ser adaptada en cada caso, dado que una de las características principales de las aulas hospitalarias es que no es posible conocer quienes vendrán a la sesión y qué necesidades particulares tendrán hasta el momento de la misma. Por tanto, se tuvieron que realizar las adaptaciones necesarias en función de las necesidades y características de cada persona relacionadas a su situación particular, además de las diferentes edades de los participantes asistentes y a que podían entrar o salir de la sesión en cualquier momento debido a sus tratamientos. Por ejemplo, en la sesión 1, uno de los participantes iba en silla de ruedas, por lo que todos los participantes se sentaron en sillas formando un círculo para las actividades de presentación. También, las actividades tuvieron que adaptarse a la llegada de un nuevo participante en el medio de la sesión, para que pudiera participar con el resto de sus compañeros.

Otra adaptación realizada fue el ofrecer ayuda a los participantes cuando tenían vías o estaban con suero, ya que no podían manipular con facilidad los bloques y escanear los códigos con el robot. En estos casos, uno de los investigadores participantes ofrecía ayuda personalizada para construir el robot, armar las secuencias en función de las instrucciones del niño/a y escanear la misma.

Por otra parte, el trabajo con las emociones provocó muchas situaciones significativas durante las sesiones ya que afloraban durante la actividad y podían hablar con otros niños y niñas, además de con las investigadoras y la docente hospitalaria sobre cómo se sentían. Todo ello generó un clima de complicidad y de apoyo mutuo, beneficiando el estado emocional de los menores.

Conclusiones

Las aulas hospitalarias están destinadas a continuar con el desarrollo educativo, afectivo y social de los niños, niñas y jóvenes que se encuentran hospitalizados, siempre y cuando su estado de salud lo permita. Se ha demostrado que las TIC han permitido estimular las capacidades de los niños, niñas y jóvenes enfermos, y que les ayudan a comprender qué es y qué consecuencias tiene la enfermedad que presenta cada uno de ellos. También, se ha demostrado que las TIC juegan un destacado rol como instrumento de comunicación y aprendizaje en el contexto hospitalario, puesto que una buena atención educativa complementa la acción médica y facilita la integración y normalización de los niños, niñas y jóvenes ingresados en el hospital.

Con respecto a las sesiones llevadas a cabo, podemos afirmar que se han conseguido los objetivos establecidos para cada una de las mismas. Las estrategias pedagógicas que se han utilizado en las sesiones son el trabajo individual, el trabajo cooperativo, el aprendizaje por descubrimiento, el juego y el trabajo creativo.

En relación a la pregunta de investigación sobre si ¿Es posible introducir la enseñanza del pensamiento computacional de forma transversal a través de la robótica educativa en las aulas hospitalarias?, la respuesta es positiva. Vemos que las 6 competencias sobre pensamiento computacional evaluadas a través de la rúbrica alcanzaron puntuaciones medias satisfactorias. El alumnado es capaz de comprender el hardware y software del robot, pueden pensar y ejecutar algoritmos con los bloques de programación, identifican y diferencian las diferentes instrucciones de los bloques y programan modularmente, realizando tareas correctivas.

Las puntuaciones obtenidas pueden justificarse por la facilidad que supone trabajar con un kit de robótica creado para edades comprendidas entre 4 y 7 años, cuando la media de edad del estudio fue de 12,4. Sin embargo, la elección del kit se justifica debido a que la variabilidad de edades del aula hospitalaria oscila entre 0 y 16 años, y se deseaba crear una propuesta inclusiva en donde niños y niñas, y jóvenes de diferentes edades pudieran participar. En este sentido, KIBO cumplió las expectativas con creces. Además, deseamos no aumentar el tiempo de exposición a las pantallas de los menores, y con éste kit de robótica educativa, que no requiere ordenador ni tabletas, se puede trabajar el pensamiento computacional de forma tangible y desconectada.

Sobre la pregunta de ¿existen diferencias significativas entre las emociones de entrada y salida después de la intervención con KIBO en el aula hospitalaria?, a través de los resultados obtenidos del registro de la Emodiana podemos demostrar que existen diferencias significativas entre las emociones indicadas por los menores a la entrada y a la salida del aula hospitalaria. Además, observamos que la introducción de KIBO en el aula hospitalaria aumenta las emociones positivas frente a las negativas o neutras. Además, aunque algunas emociones permanezcan al inicio y final de la sesión, se observan diferencias en las intensidades: por ejemplo, en una de las sesiones tres participantes aumentan intensidad de alegría que tenían al principio de la sesión por las actividades llevadas a cabo u otro de los participantes ha añadido el cariño al final de la sesión por hacer nuevos amigos y amigas durante la sesión. Y, otro de los participantes disminuye la intensidad de nerviosismo que presentaba al principio de la sesión por la fecha próxima a la operación que tenía programada. Además, aparecen otras emociones

positivas no presentes al inicio de la sesión, como la alegría, la satisfacción y el cariño por las actividades llevadas a cabo durante la sesión.

Muchos de los participantes no sabían explicar porque sentían esas emociones y en esa intensidad y algunos de ellos no tenían la confianza suficiente como para explicar las razones de porque sentían lo que sentían y simplemente nos decían que no sabían o que no podían decírnoslo. En algunos casos, algunos participantes tuvieron que irse antes de finalizar la sesión y por eso no se pudo recoger que emociones sentían al finalizarla.

Por todo lo expuesto, la propuesta de intervención parece favorecer emociones positivas, pues cuando al análisis anterior unimos el de sus justificaciones vemos que éstas tienden a relacionarse con los elementos de la actividad (juegos, participantes, compañeras, aprendizajes), además de hacer referencia a motivos personales. Entre estos últimos destacan verbalizaciones relacionadas con divertirse, pasarlo bien y salir de la habitación para hacer nuevos amigos/as. También, al aparecer la emoción de satisfacción al final de la sesión, podemos concluir que la intervención favorece autopercepciones positivas.

Para finalizar, como limitaciones de este estudio debemos mencionar la variabilidad de la muestra participante y la imposibilidad de hacer un seguimiento a largo plazo sobre los aprendizajes del alumnado del aula hospitalaria, debido a su propio contexto y situación, donde las estancias en el hospital tienen a ser cada vez menores y sus propias patologías y tratamientos son muy particularizados.

Referencias

- Albo-Canals, J., Fernández-Baena, A., Boldu, R., Barco, A., Navarro, J., Miralles, D., & Angulo, C. (2015, March). Enhancing long-term children to robot interaction engagement through cloud connectivity. In *Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction Extended Abstracts* (pp. 105–106). ACM.
- Alemi, M., Ghanbarzadeh, A., Meghdari, A., & Moghadam, L. J. (2016). Clinical application of a humanoid robot in pediatric cancer interventions. *International Journal of Social Robotics*, 8(5), 743–759.
- Alemi, M., Meghdari, A., Ghanbarzadeh, A., Moghadam, L. J., & Ghanbarzadeh, A. (2014, October). Effect of utilizing a humanoid robot as a therapy-assistant in reducing anger, anxiety, and depression. In *2014 Second RSI/ISM International Conference on Robotics and Mechatronics (ICRoM)* (pp. 748–753). IEEE.
- Alotaibi, M. & Choudhury, I. (2015, September). A social robotics children diabetes management and educational system for Saudi Arabia: system architecture. In *2015 Second International Conference on Computer Science, Computer Engineering, and Social Media (CSCESM)* (pp. 170–174). IEEE.
- Al-Taei, M. A., Kapoor, R., Garrett, C., & Choudhary, P. (2016). Acceptability of robot assistant in management of type 1 diabetes in children. *Diabetes technology & therapeutics*, 18(9), 551–554.

- Arnold, L. (2016, March). Emobie™: A robot companion for children with anxiety. In *2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 413–414). IEEE.
- Balanskat, A.; Engelhardt, K. (2015). Computing our future: Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe. Technical report, European Schoolnet.
- Barco, A., Albo-Canals, J., Ng, M. K., Garriga, C., Callejón, L., Turón, M., ... & López-Sala, A. (2013, March). A robotic therapy for children with TBI. In *2013 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 75–76). IEEE.
- Baroni, I., Nalin, M., Baxter, P., Pozzi, C., Oleari, E., Sanna, A., & Belpaeme, T. (2014, August). What a robotic companion could do for a diabetic child. In *The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 936–941). IEEE.
- Bers, M. U. (2008). Blocks, robots and computers: Learning about technology in early childhood. New York: Teacher's College Press.
- Bers, M. U. (2018). Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom. New York, NY: Routledge press.
- Besio, S., Carnesecchi, M., & Converti, R. M. (2013). Prompt-fading strategies in robot mediated play sessions. *Proceedings of Assistive Technology: From Research to Practice, AAATE*, 143, p8.
- Bisquerra, R. (2015). Competencia emocional. En M. Alguacil (Ed.), *Perfil competencia del profesional que interviene durante la enfermedad y convalecencia* (pp. 47–61). Málaga, España: Ediciones Aljibe.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and Practice. JRC Science for Policy Report, edited by P. Kampylis, P. and Y. Punie. EUR 28295 EN; doi:10.2791/792158.
- Bonarini, A., Clasadonte, F., Garzotto, F., Gelsomini, M., & Romero, M. (2016, December). Playful interaction with Teo, a mobile robot for children with neurodevelopmental disorders. In *Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion* (pp. 223–231). ACM.
- Børsting, J., & Culén, A. L. (2016). A Robot Avatar: Easier Access to Education and Reduction in Isolation?. *Eighth International Conference on e-Health (MCCSIS 2016)*; July 1-3, Funchal, Portugal, 2016.
- Calderita, L. V., Bustos, P., Suarez-Mejias, C., Ferrer-González, B., & Bandera, A. (2013). Rehabilitation for Children while Playing with a Robotic Assistant in a Serious Game. In *Neurotechnix* (pp. 89–96).
- Calderita, L. V., Manso, L. J., Bustos, P., Suárez-Mejías, C., Fernández, F., & Bandera, A. (2014). THERAPIST: towards an autonomous socially interactive robot for motor

and neurorehabilitation therapies for children. *JMIR rehabilitation and assistive technologies*, 1(1), e1.

- Cañamero, L., & Lewis, M. (2016). Making new “New AI” friends: designing a social robot for diabetic children from an embodied AI perspective. *International Journal of Social Robotics*, 8(4), 523–537.
- Dawe, J., Sutherland, C., Barco, A., & Broadbent, E. (2019). Can social robots help children in healthcare contexts? A scoping review. *BMJ paediatrics open*, 3(1).
- De Greeff, J., Janssen, J. B., Looije, R., Mioch, T., Alpay, L., Neerincx, M. A., & Belpaeme, T. (2013). Activity switching in child-robot interaction: a hospital case study. In *5th International Conference on Social Robotics (ICSR)* (Vol. 8239, pp. 585–586). SPRINGER-VERLAG BERLIN.
- Díaz-Boladeras, M., Angulo, C., Domenech, M., Albo-Canals, J., Serrallonga, N., Raya, C., & Barco, A. (2016). Assessing pediatrics patients’ psychological states from biomedical signals in a cloud of social robots. In *XIV Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2016* (pp. 1185–1190). Springer, Cham.
- Fridin, M., & Belokopytov, M. (2014). Robotics agent coacher for CP motor function (RAC CP Fun). *Robotica*, 32(8), 1265–1279.
- García-Peñalvo, F. J. (2017). Pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. El enfoque de TACCLE3.
- Gelsomini, M., Leonardi, G., Degiorgi, M., Garzotto, F., Penati, S., Silvestri, J., & Clasadonte, F. (2017, May). Puffy-an inflatable mobile interactive companion for children with Neurodevelopmental Disorders. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2599–2606). ACM.
- Gonçalves, D., & Arsenio, A. (2015, February). Human-driven multi-robot design process for social interactions with children on complex environments. In *2015 6th International Conference on Automation, Robotics and Applications (ICARA)* (pp. 70–76). IEEE.
- Gonzalez C.S., Toledo P., Alayon S., Muñoz V., & Meneses D. (2011). Using Information and Communication Technologies in Hospital Classrooms: SAVEH Project. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, Vol.3, No.1. pp.72–83
- Gonzalez & Violant, (2019). Módulo 1. Introducción a las aulas hospitalarias. MOOC Aulas Hospitalarias y TIC. Miriadax. Disponible en: <https://miriadax.net/web/aulas-hospitalarias-y-tic/>
- González, C. (2015a). Competencia digital. En M. Alguacil (Ed.), *Perfil competencia del profesional que interviene durante la enfermedad y convalecencia* (pp. 183–206). Málaga, España: Ediciones Aljibe.

- González, C. (2015b). Las TIC como apoyo al aula hospitalaria. En C. González y V. Violant (Ed.), *Uso de las TIC para la atención educativa, hospitalaria y domiciliaria* (pp. 145–163). Madrid, España: Mc Graw Hill.
- González, C. (2017). Demo KIBO robot [Youtube]. Disponible en: <https://youtu.be/46lpuDU614E> (revisado el 21 de junio del 2018).
- González-González C.S., Navarro-Adelantado, V., Cairós-González, M. (2017). Fiabilidad de un instrumento de evaluación emocional a través de la concordancia inter-observador para el aprendizaje basado en juegos. En *Actas del V Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE'17)*. ISBN 978-84-697-3849-8. Puerto de la Cruz, Tenerife, 9-12 de Junio de 2017.
- González-González, C. S., Cairós-González, M., & Navarro-Adelantado, V. (2013). EMODIANA: Un instrumento para la evaluación subjetiva de emociones en niños y niñas. In *Actas del XIV Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador*. <https://doi.org/10.13140/RG> (Vol. 2, No. 5112.2169).
- Henkemans, O. A. B., Bierman, B. P., Janssen, J., Looije, R., Neerinx, M. A., van Dooren, M. M., & Huisman, S. D. (2017). Design and evaluation of a personal robot playing a self-management education game with children with diabetes type 1. *International Journal of Human-Computer Studies*, 106, 63–76.
- Henkemans, O. A. B., Van der Pal, S., Werner, I., Neerinx, M. A., & Looije, R. (2017, March). Learning with Charlie: a robot buddy for children with diabetes. In *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 406–406). ACM.
- Jeong, S., Logan, D. E., Goodwin, M. S., Graca, S., O'Connell, B., Goodenough, H., & Plummer, L. (2015, March). A social robot to mitigate stress, anxiety, and pain in hospital pediatric care. In *Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction Extended Abstracts* (pp. 103–104). ACM.
- Köse, H., Uluer, P., Akalın, N., Yorgancı, R., Özkul, A., & Ince, G. (2015). The effect of embodiment in sign language tutoring with assistive humanoid robots. *International Journal of Social Robotics*, 7(4), 537–548.
- Kozyavkin, V., Kachmar, O., & Ablikova, I. (2014, May). Humanoid social robots in the rehabilitation of children with cerebral palsy. In *Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare* (pp. 430–431). ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering).
- Kruijff-Korbayová, I., Oleari, E., Baroni, I., Kiefer, B., Zelati, M. C., Pozzi, C., & Sanna, A. (2014, August). Effects of off-activity talk in human-robot interaction with diabetic children. In *The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 649–654). IEEE.
- Larriba, F., Raya, C., Angulo, C., Albo-Canals, J., Díaz, M., & Boldú, R. (2016). Externalising moods and psychological states in a cloud based system to enhance a pet-robot and child's interaction. *Biomedical engineering online*, 15(1), 72.

- Lewis, M. & Canamero, L. (2014, August). An affective autonomous robot toddler to support the development of self-efficacy in diabetic children. In *The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 359–364). IEEE.
- Lizasoáin, O. & Violant, V. (2015). Marco conceptual de la Pedagogía Hospitalaria y su aplicación desde una visión holística. En V. Violant (Ed.), *Bases de la pedagogía hospitalaria aplicada a las etapas vitales* (pp. 19–49). Málaga, España: Ediciones Aljibe.
- Llorens Largo F., García-Peñalvo F. J., Molero Prieto X., & E. Vendrell Vidal, “La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios,” *Education in the Knowledge Society*, vol. 18, no. 2, pp. 7–17, 2017.
- Looije, R., Neerincx, M. A., Peters, J. K., & Henkemans, O. A. B. (2016). Integrating robot support functions into varied activities at returning hospital visits. *International Journal of Social Robotics*, 8(4), 483–497.
- Malik, N. A., Yussof, H., & Hanapiah, F. A. (2014). Development of imitation learning through physical therapy using a humanoid robot. *Procedia Computer Science*, 42, 191–197.
- Malik, N. A., Yussof, H., & Hanapiah, F. A. (2016, September). Potential use of social assistive robot based rehabilitation for children with cerebral palsy. In *2016 2nd IEEE International Symposium on Robotics and Manufacturing Automation (ROMA)* (pp. 1–6). IEEE.
- Malik, N. A., Yussof, H., Hanapiah, F. A., & Anne, S. J. (2014, December). Human robot interaction (hri) between a humanoid robot and children with cerebral palsy: Experimental framework and measure of engagement. In *2014 IEEE Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)* (pp. 430–435). IEEE.
- Martí Carrillo, F., Butchart, J., Knight, S., Scheinberg, A., Wise, L., Sterling, L., & McCarthy, C. (2017, March). In-situ design and development of a socially assistive robot for paediatric rehabilitation. In *Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 199–200). ACM.
- McCarthy, C., Butchart, J., George, M., Kerr, D., Kingsley, H., Scheinberg, A. M., & Sterling, L. (2015, December). Robots in Rehab: Towards socially assistive robots for paediatric rehabilitation. In *Proceedings of the annual meeting of the australian special interest group for computer human interaction* (pp. 39–43). ACM.
- Meghdari, A., Alemi, M., Khamooshi, M., Amoozandeh, A., Shariati, A., & Mozafari, B. (2016, October). Conceptual design of a social robot for pediatric hospitals. In *2016 4th International Conference on Robotics and Mechatronics (ICROM)* (pp. 566–571). IEEE.
- Meghdari, A., Shariati, A., Alemi, M., Vossoughi, G. R., Eydi, A., Ahmadi, E., & Tahami, R. (2018). Arash: A social robot buddy to support children with cancer in a hospital

environment. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 232(6), 605–618.

Messias, J., Ventura, R., Lima, P., Sequeira, J., Alvito, P., Marques, C., & Carriço, P. (2014, May). A robotic platform for edutainment activities in a pediatric hospital. In *2014 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions (ICARSC)* (pp. 193–198). IEEE.

Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España (2018). Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España. Disponible en: <http://code.educalab.es/wp-content/uploads/2017/09/Pensamiento-Computacional-Fase-1-Informe-sobre-lasituaci%C3%B3n-enEspa%C3%B1a.pdf>

Neerincx, A., Sacchitelli, F., Kaptein, R., Van Der Pal, S., Oleari, E., & Neerincx, M. A. (2016, March). Child's culture-related experiences with a social robot at diabetes camps. In *2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 485–486). IEEE.

Okita, S. Y. (2013). Self–Other's Perspective Taking: The Use of Therapeutic Robot Companions as Social Agents for Reducing Pain and Anxiety in Pediatric Patients. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 16(6), 436–441.

Ozaeta, L., Graña, M., Dimitrova, M., & Krastev, A. (2018). Child oriented storytelling with NAO robot in hospital environment: preliminary application results. *Problems of Engineering Cybernetics and Robotics*, 69, 21–29.

Özkul, AE., Köse, H., Yorganci, R., & Ince, G. (2014, December). Robostar: an interaction game with humanoid robots for learning sign language. In *2014 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2014)* (pp. 522–527). IEEE.

Prendes, P. (2014). Ebook Pedagogía Hospitalaria y TIC. Murcia, España. Disponible en: <http://scalar.usc.edu/works/pedagogia-hospitalaria-tic/index>.

Pretz, K. (2014). Computer science classes for kids becoming mandatory. The Institute: The IEEE News Source.

Rabbitt, S. M., Kazdin, A. E., & Hong, J. H. (2015). Acceptability of robot-assisted therapy for disruptive behavior problems in children. *Archives of Scientific Psychology*, 3(1), 101.

Rahman, R. A. A., Hanapiah, F. A., Basri, H. H., Malik, N. A., & Yussof, H. (2015). Use of humanoid robot in children with cerebral palsy: the ups and downs in clinical experience. *Procedia Computer Science*, 76, 394–399.

Resnick, M. (2013). Learn to Code, Code to Learn. EdSurge, May 2013.

Robles-Bykbaev, V., Ochoa-Guaraca, M., Carpio-Moreta, M., Pulla-Sánchez, D., Serpa-Andrade, L., López-Nores, M., & García-Duque, J. (2016, November). Robotic assistant for support in speech therapy for children with cerebral palsy. In *2016 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC)* (pp. 1–6). IEEE.

- Sarabia, M., Young, N., Canavan, K., Edginton, T., Demiris, Y., & Vizcaychipi, M. P. (2018). Assistive Robotic Technology to Combat Social Isolation in Acute Hospital Settings. *International Journal of Social Robotics*, 10(5), 607–620.
- Sequeira, J. S., & Ferreira, I. A. (2016, July). Lessons from the MONarCH project. In *Proceedings of the 13th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics* (pp. 241–248). SCITEPRESS-Science and Technology Publications, Lda.
- Sullivan, A., Elkin, M., & Bers, M. U. (2015, June). KIBO robot demo: engaging young children in programming and engineering. In *Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children* (pp. 418–421). ACM.
- Swift-Spong, K., Wen, C. K. F., Spruijt-Metz, D., & Matarić, M. J. (2016, August). Comparing backstories of a socially assistive robot exercise buddy for adolescent youth. In *2016 25th IEEE international symposium on robot and human interactive communication (RO-MAN)* (pp. 1013–1018). IEEE.
- Trost, M. J., Ford, A. R., Kysh, L., Gold, J. I., & Matarić, M. (2019). Socially Assistive Robots for Helping Pediatric Distress and Pain. *The Clinical Journal of Pain*, 35(5), 451–458.
- Ullrich, D., Diefenbach, S., & Butz, A. (2016, May). Murphy Miserable Robot: A Companion to Support Children's Well-being in Emotionally Difficult Situations. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3234–3240). ACM.
- van den Heuvel, R. J., Lexis, M. A., & de Witte, L. P. (2017). Can the IROMEC robot support play in children with severe physical disabilities? A pilot study. *International Journal of Rehabilitation Research*, 40(1), 53–59.
- Vélez, P., Gallegos, K., Silva, J., Tumalli, L., & Vaca, C. (2013, August). ROBSNA: Social robot for interaction and learning therapies. In *Conference Towards Autonomous Robotic Systems* (pp. 458–469). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Violant, V. (2015). Acción educativa en la infancia en situación de enfermedad y sus implicaciones. En C. González y V. Violant (Ed.), *Uso de las TIC para la atención educativa, hospitalaria y domiciliaria* (pp. 29–43). Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Violant, V., Molina, M.C., & Pastor, C. (2009). *Pedagogía Hospitalaria. Necesidades, ámbitos y metodología de intervención*. Chile: Ministerio de Educación de Chile.
- Website of the experience in Hospitals of Madrid Sur (centers of Getafe, Leganés, Móstoles, Alcorcón and Fuenlabrada). Retrieved from: <https://www.bq.com/es/proyecto-aulas-hospitalarias>
- Website of the classroom experience in Hospital Getafe. Retrieved from: <https://robotica-educativa.hisparob.es/aisoy-en-las-aulas-hospitalarias-de-getafe/>
- Website of the classroom experience in Hospital Murcia. Retrieved from: https://robotica-educativa.hisparob.es/emocionbots-en-las-aulas-hospitalarias-del-eaehd_rm/

- Website of the classroom experience in Hospital Valladolid. Retrieved from:
<http://cfievalladolid.centros.educa.jcyl.es/bitacora/index.cgi?wldPub=1417>
- Williams, N., MacLean, K., Guan, L., Collet, J. P., & Holsti, L. (2019). Pilot testing a robot for reducing pain in hospitalized preterm infants. *OTJR: occupation, participation and health*, 1539449218825436.
- Yanow, D. & Schwartz-Shea, P. (2015). *Interpretation and method: Empirical research methods and the interpretive turn*. Routledge.
- Yasemin, M., Kasımoğlu, Y., Kocaaydın, S., Karslı, E., İnce, E. B. T., & İnce, G. (2016, May). Management of dental anxiety in children using robots. In *2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU)* (pp. 237–240). IEEE.

CONCLUSIONES

Las conclusiones presentadas en esta investigación se han extraído de los objetivos propuestos en este trabajo. En particular, el objetivo general ha sido el análisis del estado actual de la enseñanza del pensamiento computacional en la educación de la primera infancia y su inclusión como una nueva alfabetización en el aula, a partir de una propuesta inclusiva.

Según el objetivo específico cómo se está introduciendo del pensamiento computacional y la robótica educativa en el sistema educativo a nivel nacional e internacional, a nivel formal, presentamos y analizamos diferentes iniciativas a nivel formal e información sobre la introducción curricular de la enseñanza de programación y pensamiento computacional nacional e internacional. Hemos visto que las iniciativas para introducir el pensamiento computacional en la educación infantil aún eran escasas. Del mismo modo, aunque presentamos una serie de recursos tecnológicos y algunos principios pedagógicos para llevar a cabo el pensamiento computacional y la enseñanza de STEM / STEAM en las aulas de los niños/as, hay poca investigación sobre este tema a largo plazo, además de que existen pocas guías metodológicas para ayudar a los docentes a desarrollar actividades educativas en la etapa infantil. Destacaremos, como resultado de este primer estudio, algunas recomendaciones pedagógicas para el desarrollo positivo de la tecnología (PTD) y la enseñanza de la programación, la robótica y la ingeniería en la etapa infantil que nos puede servir como marco de referencia, y también como guía para incluir transversalmente la enseñanza de STEM / STEAM en el currículo escolar de los niños/as. Debido a esto, en nuestra propuesta educativa se utilizó PTD como marco de referencia, así como para nuestros estudios experimentales.

El segundo objetivo fue la realización de una revisión sistemática sobre las tecnologías tangibles en la educación infantil. En ésta revisión se analizaron 1485 artículos con la herramienta de software de análisis de literatura científica (SciMAT), además de un análisis exhaustivo de 29 artículos. Descubrimos que las tecnologías tangibles utilizadas en la educación infantil son las tabletas digitales (en particular, iPads), teléfonos inteligentes, robots, computadoras portátiles, televisión y *wearables*; Y, como aplicaciones, las más utilizadas fueron los libros electrónicos y juegos digitales. Además, observamos que programación es un área importante de trabajo en la educación infantil y, a su alrededor, la investigación trata sobre género, STEAM y el pensamiento computacional en las escuelas. También vimos que, mediante el uso de robots tangibles, tabletas digitales y teléfonos inteligentes, los niños/as pueden aprender a programar, mientras desarrollan habilidades de motricidad fina, coordinación mano-ojo, y colaboración. También descubrimos que las tabletas digitales ayudan a los estudiantes a mejorar sus habilidades de escritura, lectura y matemáticas, y las apps, libros electrónicos y juegos digitales son herramientas usadas con fines educativos.

Sobre el tercer objetivo, en el Capítulo 4 presentamos una propuesta educativa basada en los principios pedagógicos del movimiento *maker*, el marco de desarrollo positivo de la tecnología, la educación inclusiva y el aprendizaje a través del juego, además de un estudio experimental realizado en diferentes colegios con 172 niños (de 3 a 5 años) que

aprendieron programación y pensamiento computacional integrados en sus actividades curriculares. En este estudio utilizamos un kit de robótica educativa tangible (KIBO), un robot apropiado para el desarrollo de los niños/as pequeños que se puede programar sin el uso de pantallas o teclados al conectar bloques de madera que dan diferentes comandos al robot, y que, además, se puede decorar con materiales artesanales. Concluimos que es posible desarrollar experiencias de aprendizaje de programación apropiadas en las aulas de la infantil integrando la programación en diferentes áreas curriculares (alfabetización, matemáticas, ciencias, ingeniería, artes) a través de un enfoque basado en proyectos. Luego, el aprendizaje de la programación y el pensamiento computacional de los estudiantes también se ha estudiado mediante la triangulación de diferentes datos recopilados utilizando diversos métodos e instrumentos. Los resultados mostraron que los niños/as lograron un alto nivel de dominio de las habilidades de programación y pensamiento computacional utilizando la robótica. Nuestro estudio confirma la efectividad de la propuesta diseñada para enseñar la programación y el pensamiento computacional en la educación infantil. Además, se han estudiado los comportamientos positivos de los estudiantes mediante la triangulación de diferentes datos recopilados utilizando diversos métodos e instrumentos (lista de verificación de PTD, observación, entrevistas, diarios y grupo focal). Los resultados obtenidos indican que esta intervención tuvo éxito al fomentar la comunicación y la colaboración.

En el cuarto objetivo específico de, ¿cómo integran los docentes la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional en las actividades curriculares y qué necesidades de formación tienen?, en los estudios desarrollados en los Capítulos 1 y 2, encontramos que el enfoque pedagógico más utilizado para la enseñanza y el aprendizaje la programación y el pensamiento computacional es el aprendizaje basado en juegos. Además, encontramos varios enfoques y marcos pedagógicos utilizados en la educación infantil con tecnologías tangibles como: construccionismo, ADDIE, TPACK, teoría de la autodeterminación, desarrollo tecnológico positivo y teoría del aprendizaje móvil y aprendizaje basado en juegos. Por otra parte, en el Capítulo 3, diseñamos una propuesta educativa inclusiva basada en varios principios pedagógicos (movimiento de creadores, marco de desarrollo tecnológico positivo, educación inclusiva y aprendizaje a través del juego) y desarrollamos un experimento que incluía la participación de los docentes en la investigación y la reflexión de sus prácticas y el aprendizaje de su alumnado, tratando de incorporar sus voces y perspectivas desde una posición crítica. Descubrimos que los educadores necesitan perspectivas pedagógicas para integrar adecuadamente los conceptos de robótica, programación y pensamiento computacional en sus aulas. Por lo tanto, nuestra investigación muestra resultados positivos en el uso de entorno de aprendizaje a través del juego para este tipo de contenidos y habilidades. Aunque el contexto influye en los docentes para el diseño de sus actividades basadas en tecnologías, no se encontraron diferencias entre los diferentes tipos de escuelas (pública, concertada y privada). El fenómeno de cómo los docentes integran la codificación / programación y el pensamiento computacional en los planes de estudio, estudiado mediante la triangulación de diferentes datos recopilados utilizando diversos

métodos e instrumentos (cuestionarios, entrevistas, diario del docente, grupo focal y observación directa de la dinámica del aula). El análisis de sus debates y diarios muestra que los educadores pudieron adaptar e introducir la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en su plan de estudios. Los docentes demostraron autonomía y confianza al integrar la codificación / programación y el pensamiento computacional en su plan de estudios, conectando estos conceptos con el arte, la música y los estudios sociales, al mismo tiempo que enseñaban valores e inclusión. Además, pudieron adaptar sus actividades curriculares usando la robótica para enseñar números, formas geométricas, colores, lenguaje y habilidades gráficas-motoras. Este hallazgo es relevante porque significa que la codificación / programación y el pensamiento computacional pueden integrarse en los planes de estudio de la educación infantil de forma transversal a otras materias. También es posible conectar STEAM y la programación a sus contextos culturales, promoviendo aún más el aprendizaje significativo.

Sobre el último objetivo de cómo desarrollar una propuesta de educación inclusiva en robótica educativa en contextos con necesidades educativas específicas y especiales, específicamente con personas con síndrome de Down y en situación de hospitalización, los Capítulos 4 y 5 abordan las propuestas inclusivas para enseñar el pensamiento computacional en donde, se ha adaptado la propuesta educativa presentada en el Capítulo 3. Los resultados en el Capítulo 4 sobre la enseñanza del pensamiento computacional para personas con síndrome de Down con robótica educativa, muestran que los estudiantes con síndrome de Down pueden aprender habilidades de pensamiento computacional y programación básicas utilizando robots tangibles (KIBO). Por otra parte, podemos afirmar que el robot despierta emociones muy positivas en los estudiantes con síndrome de Down, así como los mantiene motivados en el desarrollo de las sesiones. Todos los estudiantes respondieron favorablemente a trabajar con el robot, mostrando en ciertos casos, avances en el dominio del robot y su programación con una evolución positiva de una sesión a otra. Hemos observado que algunos participantes necesitan más tiempo para adquirir las mismas habilidades que sus compañeros. En general, el proceso para consolidar el aprendizaje en estudiantes con síndrome de Down lleva más tiempo que las personas sin esta afección, y aprenden de manera más lenta y diferente que las personas sin discapacidades.

En el Capítulo 5 presentamos los resultados del estudio realizado en las aulas del hospital a través de una propuesta para la enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional, pero también otros aspectos que son importantes de trabajar en este tipo de contextos, como las emocionales. Las estrategias pedagógicas que se han utilizado en las sesiones son trabajo individual, trabajo cooperativo, aprendizaje por descubrimiento, juego y trabajo creativo. Podemos concluir que es posible introducir este tipo de enseñanza en las aulas hospitalarias, así como que los menores pueden comprender el hardware y el software del robot, pensar y ejecutar algoritmos con los bloques de programación, identificar y diferenciar las diferentes instrucciones de manera modular, realizando tareas correctivas. Además, hemos observado diferencias

significativas entre las emociones indicadas por los menores a la entrada y a la salida del aula hospitalaria. Por otra parte, observamos que la introducción de KIBO en el aula del hospital aumenta las emociones positivas y disminuye las negativas o neutrales.

Por todo lo anterior, nuestra propuesta de intervención inclusiva parece favorecer las emociones positivas, debido a que el análisis anterior de las justificaciones dadas por los menores de sus emociones, vemos que tienden a relacionarse con los elementos de la actividad (juegos, participantes, aprendizaje). Las justificaciones incluyen verbalizaciones relacionadas con divertirse y salir de la habitación para hacer nuevos amigos/as. Además, aparece la emoción de satisfacción al final de la sesión, por lo que podemos concluir que la intervención favorece las autopercepciones positivas.

Por otro lado, como principales limitaciones de esta tesis doctoral podemos destacar lo siguiente:

- Los experimentos realizados tienen varias limitaciones, como la selección de la muestra, que en el caso de las escuelas ha sido el grupo de clase y el profesorado del centro (Capítulo 3), también en la Asociación Down Tenerife la muestra ha sido pequeña debido al tipo de población de estudio, y en el caso de las aulas hospitalarias, destacaremos la limitación de la variabilidad de la muestra y el seguimiento, prácticamente imposible, de los casos de una sesión a la siguiente, dado el corto período de hospitalización que actualmente existe en los hospitales como norma.
- Con respecto a las limitaciones mencionadas anteriormente, debe tenerse en cuenta que las variables relacionadas con el pensamiento computacional se han medido en los diferentes estudios experimentales, aunque en los dos últimos se hizo hincapié en la medición de las emociones, además de las estrictamente relacionadas con las habilidades de programación y pensamiento computacional, considerándolas importantes en los contextos particulares estudiados.
- Comentar también sobre las limitaciones relacionadas con el diseño de los experimentos, ya que no podríamos tener un grupo de control con el que comparar y controlar el efecto del programa educativo diseñado.
- Otra limitación a tener en cuenta es el diseño de los instrumentos y rúbricas para la evaluación del aprendizaje individual y grupal, como Solve-its, que no se pudo implementar individualmente porque la intervención se realizó en el tiempo ya programado en las aulas con su grupo específico y las pruebas no pudieron llevarse a cabo individualmente.
- Otra limitación se deriva de algunos de los tipos de instrumentos utilizados, en particular el cuestionario subjetivo de estados emocionales en el caso de los estudiantes o el diario para docentes. Los datos subjetivos pueden ser influenciados por la persona o por el contexto, y no solo por la actividad desarrollada con ellos. Luego, aplicamos diversos métodos para triangular datos.
- Por último, mencionar que usamos solo un tipo de kit robótico (KIBO) en nuestros estudios. Por ello, los resultados de los experimentos se relacionan a

éste robot y para su generalización, se debería probar con otros kits con características similares (manipulativas, tangibles, sin pantallas digitales).

Finalmente, creemos que el pensamiento computacional debe comenzar en edades tempranas, junto con la lectura, la escritura y el conocimiento matemático. Es necesario comenzar a trabajar con habilidades informáticas desde edades tempranas en las aulas con un enfoque inclusivo atendiendo a la diversidad. Sin embargo, el pensamiento computacional y la enseñanza de la programación necesitan un espacio y reconocimiento específico en el plan de estudios y no solo debe considerarse como algo complementario. Por otra parte, nuestra propuesta evita aumentar el tiempo de exposición a las pantallas de los niños/as, y por ello utilizamos un kit educativo de robótica que no requiere tabletas digitales ni ordenadores, y que permite trabajar las habilidades pensando de manera tangible y desconectada. Además, esta tesis doctoral muestra que es posible extender la enseñanza del pensamiento computacional a contextos especiales y personas con necesidades educativas especiales o específicas, promoviendo la inclusión de esta nueva alfabetización para todas las personas.

Además, como trabajo futuro, se pueden establecer las siguientes líneas principales de esta tesis doctoral:

- Continuar trabajando en iniciativas que permitan el empoderamiento del pensamiento computacional, la programación y la robótica en las escuelas, como la "Escuela de Pensamiento Computacional" coordinada por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Capacitación Docente (INTEF) del Ministerio de Educación y Formación Profesional de España en colaboración con los Departamentos de Educación de las Comunidades Autónomas. La formación del profesorado en estas materias específicas es esencial. Además, esta capacitación debe ser alentada por las universidades en la formación de los futuros docentes.
- Estudiar y analizar la creación del área de Didáctica del Pensamiento Computacional, la Programación y la Robótica en la educación superior con teorías fundamentales que guíen su aplicación.
- Analizar, comparar y trabajar de manera coordinada en iniciativas relacionadas a nivel nacional e internacional, realizando estudios comparativos que permitan obtener indicadores y estándares que puedan medirse para seguir su desarrollo.
- Estudiar el impacto de diferentes enfoques pedagógicos en la enseñanza del pensamiento computacional, la programación y la robótica en diferentes niveles educativos.
- Estudiar y realizar una guía de buenas prácticas con ejemplos de secuencias de aprendizaje y estándares para diferentes niveles educativos con un enfoque inclusivo, atendiendo especialmente a la diversidad y la igualdad.

CONCLUSIONS

The conclusions presented in this research have been drawn from the objectives proposed in this work. In particular, the general objective has been the analysis of the current state of teaching computational thinking in early childhood education and its inclusion as a new literacy in the classroom, from an inclusive proposal.

According to the specific objective on how is the introduction of computational thinking and educational robotics in the education system at national and international level? At the formal level, we present and analyze different initiatives at the formal level and information on the curricular introduction of the teaching of national and international coding, programming and computational thinking. We have seen that initiatives to introduce computational thinking in early childhood education were still scarce. Similarly, although we present a series of technological resources and some pedagogical principles to carry out computational thinking and teaching STEM / STEAM in children's classrooms, there is little research on this subject in the long term, as well as that they were few methodological guides are used to help teachers to develop educational activities in the stage of early childhood education. We will highlight, as results of this, first study, some pedagogical recommendations for the positive development of technology (PTD) and the teaching of programming, robotics and engineering in the child stage, as the frame of reference, also serves as a guide for the way to include transversally the teaching of STEM / STEAM in the children's curriculum. Due to this, PTD was used as a framework of reference for our experimental studies.

The second objective is a systematic review of tangible technologies in early childhood education. Analyzing 1485 articles with the scientific literature analysis software tool (SciMAT). and a comprehensive analysis of 29 articles. We note that the most cited words found linked to this group were technologies, tablets, text, perspective and collaboration and we found that the tangible technologies used in kindergarten are tablets (in particular, iPads), smartphones, robots, laptops, television, Cameras, IoT and wearables; And, as applications, the most used were applications, e-books and digital games. In addition, we observe that coding is an important area of work in early childhood education, and around it, research is about gender, STEAM and computational thinking in schools. Through the use of manipulative robots, tablets and smartphones, children can learn to code, while developing fine motor skills, hand-eye coordination, collaboration among others. We also discovered that tablets helped students improve their writing, reading and math skills, and applications, e-books and games have been used as digital tools.

On the third objective, in Chapter 4 we present an educational proposal based on the pedagogical principles of the maker movement, the framework of positive development of technology, inclusive education and learning through play, in addition to an experimental study carried out in different schools with 172 children (from 3 to 5 years old) who learned programming and computational thinking integrated in their curricular activities. In this study we use a tangible educational robotics kit (KIBO), a robot suitable for the development of young children that can be programmed without the use of screens or keyboards when connecting wooden blocks that give different commands to

the robot, and which, in addition, can be decorated with handmade materials. We conclude that it is possible to develop appropriate programming learning experiences in children's classrooms by integrating programming in different curricular areas (literacy, math, science, engineering, arts) through a project-based approach. Then, the learning of programming and computational thinking of students has also been studied by triangulating different data collected using various methods and instruments. The results showed that the children achieved a high level of mastery of programming skills and computational thinking using robotics. Our study confirms the effectiveness of the proposal designed to teach programming and computational thinking in early childhood education. In addition, students' positive behaviors have been studied by triangulating different data collected using various methods and instruments (PTD checklist, observation, interviews, diaries and focus group). The results obtained indicate that this intervention was successful in promoting communication and collaboration.

On the fourth specific objective of, how do teachers integrate programming teaching and computational thinking into curricular activities and what training needs do they have?, in the studies developed in Chapters 1 and 2, we find that the most used pedagogical approach to teaching and learning coding and computational thinking is game-based learning. In addition, we find several approaches and pedagogical frameworks used in early childhood education with tangible technologies such as: Constructionism, ADDIE, TPACK, Theory of self-determination, Positive technological development and Theory of mobile learning and Game-based learning. Besides, in Chapter 3, we designed an inclusive educational proposal based in several pedagogical principles (maker movement, positive technological development framework, inclusive education and learning through play) and developed an experiment that included the participation of teachers in research and reflection on their own practices and the learning of their students, trying to incorporate their voices and perspectives from a critical position. We discovered that educators need pedagogical perspectives to properly integrate the concepts of robotics, coding/programming and computational thinking in their classrooms. Therefore, our research shows positive implications for expanding this type of learning environment, which is based on coding/programming and computational thinking as a playing field. Although contextual factors influence teachers in the design of ICT lessons, no differences were found between the different types of schools (public, semi-private and private) in our research.

The phenomenon of how teachers integrate coding/programming and computational thinking in curricula has been studied by triangulating different data collected using various methods and instruments (questionnaires, interviews, teacher's diary, focus group and direct observation of classroom dynamics). The analysis of their discussions and reflection journals shows that educators were able to customize the curriculum. Teachers demonstrated autonomy and confidence by integrating coding/programming and computational thinking in their curriculum, connecting these concepts with art, music and social studies, while at the same time teaching values and inclusion. In addition, they were able to adapt their curricular activities to use robotics to teach

numbers, geometric shapes, colors, literacy and graph-motor skills. This finding is relevant because it means that coding/programming and computational thinking can be integrated into children's curricula along with other subjects. It is also possible to connect STEAM and coding to their cultural contexts, further promoting meaningful learning. Moreover, although the training was the same for all participating educators, teachers adapted the curriculum to meet the needs of their own classrooms by integrating coding and computational thinking into formal instruction.

On the last objective of how to develop a proposal for inclusive education in educational robotics in contexts with specific and special educational needs, specifically with children with Down syndrome and in the hospital situation, Chapters 4 and 5 present inclusive proposals for teaching computational thinking. The results in Chapter 4 on the teaching of computational thinking to people with Down syndrome with educational robotics, that it is possible to learn basic programming and computational thinking skills in students with Down syndrome. Thus, we can affirm that the KIBO robot arouses very positive emotions in students with Down syndrome, as well as keeping them motivated in the development of the sessions. All students responded favorably to working with KIBO, showing in certain cases advances in the domain of the robot and its programming with a positive evolution from one session to another. We have observed that some participants need more time to acquire the same skills as their peers. In general, the process to consolidate learning in students with Down syndrome takes longer than people without this condition, and they learn more slowly and differently than people without disabilities.

In Chapter 5 we present the results of the study conducted in the hospital classrooms through a proposal to improve computational thinking, but also competencies in these types of contexts, such as emotional ones. The pedagogical strategies that have been used in the sessions are individual work, cooperative work, discovery learning, play and creative work. We can conclude that it is possible to introduce this type of teaching in hospital classrooms, just as students can understand the robot's hardware and software, can think and execute algorithms with the programming blocks, identify and differentiate the different instructions in a modular way, performing corrective tasks. Also, we have observed significant differences between the emotions indicated by the minors at the entrance and exit of the hospital classroom. In addition, we observe that the introduction of KIBO in the hospital classroom increases positive emotions instead of negative or neutral ones.

For all the above, our proposal for inclusive intervention seems to favor positive emotions, because when the previous analysis unites the justifications, we see that they tend to relate to the elements of the activity (games, participants, partners, learning). The latter include verbalizations related to having fun, having fun and leaving the room to make new friends. In addition, when the emotion of satisfaction appears at the end of the session, we can conclude that the intervention favors positive self-perceptions.

On the other hand, as main limitations of this doctoral thesis we can highlight the following:

- The experiments carried out have various limitations, such as the selection of the sample, which in the case of the schools has been the class group and the teaching staff of the schools, also in the Down Tenerife Association the sample has been small, due to the type of study population and in the case of hospital classrooms, we will highlight the limitation of the sample variability and the practically impossible follow-up of the cases from one session to the next, given the short period of hospitalization that currently exists in hospitals as a rule.
- Regarding the limitations mentioned above, it should be noted that the variables related to computational thinking have been measured in the different experimental studies, although in the last two there was an emphasis on the measurement of emotions, in addition to those strictly related to the abilities of programming and computational thinking, considering them important in the particular contexts studied.
- Also comment on the limitations related to the design of the experiments, since we could not have a control group with which to compare and control the effect of the intervention program designed.
- Another limitation to take into account is the design of the instruments and rubrics for the evaluation of individual and group learning, such as Solve-its, which could not be implemented individually because the intervention was carried out in the Times already scheduled in the classrooms with the specific group and the tests could not be carried out individually.
- Another limitation is derived of some of the type of instruments used, in particular the subjective questionnaire of emotional states in the case of students or the self-report journal for teachers. The subjective data can be influenced by the person or by the context, and not only for the activity developed with them. Then, we applied diverse methods in order to triangulate data.
- Other limitation is that we used only a type of robotic kit (KIBO) in our studies. It would be recommended to try with other kits with similar characteristics (manipulative, tangible, without digital screens).

Finally, we believe that computational thinking must begin at an early age, together with reading, writing and mathematical knowledge. It is necessary to start working with computer skills from short ages in normal classrooms with an inclusive approach, working with different types of disabilities. However, computational thinking needs space and specific recognition in the curriculum and should not only be considered as complementary. In addition, we wish not to increase the exposure time to children's screens, and with this educational robotics kit, which does not require a computer or tablets, you can work on the computer thinking in a tangible and disconnected way. In addition, it is possible to extend computational thinking of teaching and learning to special contexts and people with special or specific educational needs, promoting the inclusion of this new literacy for all.

Besides, as future work the following can be established as main forthcoming lines of this doctoral thesis:

- Continue working on initiatives that allow the empowerment of computational thinking, programming and robotics in schools, such as the “School of Computational Thinking” coordinated by the National Institute of Educational Technologies and Teacher Training (INTEF) of the Ministry of Education and Vocational Training of Spain in collaboration with the Councils and Departments of Education of the Autonomous Communities and cities. Teacher training in these specific subjects is essential. In addition, this training should be encouraged from the universities in the training of future teachers.
- Study and analyze the creation of the area of Didactics of Computational Thought, Programming and Robotics in higher education with fundamental theories that guide its application.
- Analyze, compare and work in a coordinated way on related initiatives at national and international level, carrying out comparative studies that allow obtaining indicators and standards that can be measured to track their development.
- Study the impact of different pedagogical approaches to the teaching of computational thinking, programming and robotics at different educational levels.
- Study and conduct a guide to good practices with examples of learning sequences and standards for different educational levels, including attention to diversity.

ANEXOS

Anexos

Los artículos publicados, que forman parte de los anexos 3 y 5, han sido retirados de la tesis debido a restricciones relativas a derechos de autor. En sustitución de los artículos ofrecemos la siguiente información: referencia bibliográfica, enlace a la revista y resumen.

-Bers, M.U., González González, C.S., Armas Torres, M.B.: "Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms". Computers & Education 138, 130 145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>

Enlace al texto completo del artículos: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>

RESUMEN:

In recent years, there has been a push to introduce coding and computational thinking in early childhood education, and robotics is an excellent tool to achieve this. However, the integration of these fundamental skills into formal and official curriculums is still a challenge and educators need pedagogical perspectives to properly integrate robotics, coding and computational thinking concepts into their classrooms. Thus, this study evaluates a "coding as a playground" experience in keeping with the Positive Technological Development (PTD) framework with the KIBO robotics kit, specially designed for young children. The research was conducted with preschool children aged 3–5 years old ($N = 172$) from three Spanish early childhood centers with different socio-economic characteristics and teachers of 16 classes. Results confirm that it is possible to start teaching this new literacy very early (at 3 years old). Furthermore, the results show that the strategies used promoted communication, collaboration and creativity in the classroom settings. The teachers also exhibited autonomy and confidence to integrate coding and computational thinking into their formal curricular activities, connecting concepts with art, music and social studies. Through the evidence found in this study, this research contributes with examples of effective strategies to introduce robotics, coding and computational thinking into early childhood classrooms.

-González González, C.S., Cáceres García, L., Violant Holz, V.: "Bringing computational thinking to hospital classrooms". TEEM'19: Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality October 2019 Pages 31–35. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362908>

Enlace al texto completo del artículo: <https://doi.org/10.1145/3362789.3362908>

RESUMEN:

The fundamental rights of hospitalized minors include receiving educational and emotional attention during the illness situation. Currently the teaching of computational thinking and programming constitute a new literacy that must be carried to all classrooms, including hospital classrooms. This paper presents an exploratory case study on an educational intervention that is inclusive and adaptable to the characteristics of hospital classrooms for the teaching of computational thinking in a transversal way and programming without screens and robots, including working with emotions. In this study, 22 minors participated in five sessions developed in a hospital classroom. The results indicate that the intervention has improved the emotional state of the children, as well as their knowledge regarding computational thinking.

ANEXO 1



State of the Art in the Teaching of Computational Thinking and Programming in Childhood Education

Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil

Carina Soledad González-González

Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas, Universidad de La Laguna, Tenerife (España)
<https://orcid.org/0000-0001-5939-9544> cjgonza@ull.edu.es

ARTICLE INFO

Key words:

Computational thinking
 Teaching of programming
 STEM/STEAM
 Early childhood education

ABSTRACT

Learning to code is the new literacy of the 21st century. Computational thinking, closely related to programming and coding, requires thinking and solving problems with different levels of abstraction and it is independent of software or hardware devices. This work analyzes the main initiatives related to computer thinking in schools, the use of specific tools, such as robotics kits or educational programming environments, and main teaching-learning strategies used in early childhood education.

RESUMEN

Palabras clave:

Pensamiento computacional
 Enseñanza de la programación
 STEM/STEAM
 Educación infantil

Aprender a programar es la nueva alfabetización del siglo XXI. El pensamiento computacional, estrechamente relacionado con la programación, requiere pensar y resolver problemas con diferentes niveles de abstracción y es independiente de los dispositivos de hardware. En este artículo se analizan las principales iniciativas relacionadas con el pensamiento computacional en las escuelas, el uso de herramientas específicas, tales como los kits de robótica o entornos de programación educativa, y principales estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas en educación infantil.

1. Introducción

La etapa de educación inicial brinda una oportunidad a los docentes de sentar las bases de una formación integral de calidad mediante la utilización de herramientas innovadoras y la utilización de las tecnologías. En tal sentido, la robótica educativa en la educación infantil se convierte en una herramienta que facilita la adquisición de conocimientos a los niños y niñas de modo lúdico, basándose en los principios de interactividad, las interrelaciones sociales, el trabajo colaborativo, la creatividad, el aprendizaje constructivista y construccionista y el enfoque didáctico centrado en el estudiante, permitiéndoles a su vez la adquisición de destrezas digitales y del desarrollo del pensamiento lógico y computacional de manera subyacente (González-González, Guzmán-Franco, & Infante-Moro, 2019).

La teoría del constructivismo creada por J. Piaget y el construccionismo creada por S. Papert se basan en explicar cómo el conocimiento en los individuos es adquirido y desarrollado (Ackermann, 2001). Ambos autores se fundamentan en el hecho de que el verdadero aprendizaje va mucho más del simple hecho de recibir información o de adherirse a las ideas o valores de otras personas, es expresar nuestras ideas al mundo o encontrar nuestra propia voz e intercambiar nuestras ideas con otras personas (Ackermann, 2001). La filosofía educativa construccionista de Papert emerge del constructivismo de J. Piaget pero añade que la construcción de un nuevo aprendizaje es más eficiente cuando los estudiantes se comprometen en la elaboración, por sus propios medios,

de un objeto tangible con alguna representación significativa para estos (Papert, 1980). Es lo que llama Aprender haciendo (Alimisis et al., 2007). Adicionalmente, señala que las ideas son transformadas cuando son expresadas por diferentes medios, en contexto en particular y en la mente de diferentes personas. Por ello, la robótica educativa se presenta como una herramienta propicia para el aprendizaje mediante la filosofía constructorista ya que permite trasladar la experiencia obtenida mediante la interacción de la herramienta con el entorno en un determinado contexto, en ideas que transforman las percepciones y conocimientos previos del niño, dando origen al aprendizaje por construcción a través de la experiencia.

Por otra parte, el STEM (en inglés: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) es el acrónimo empleado para referirse a los conocimientos en las áreas de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, al que recientemente se le ha agregado una A correspondiente al concepto de las artes para finalmente convertirse en STEAM. Cada vez cobra más fuerza la necesidad de incluir estos conocimientos desde los más tempranos niveles educativos, debido entre otras cosas a la necesidad de que los niños conozcan y comprendan conceptos del mundo altamente tecnificado y sistematizado que les rodea, además de convertirse en uno de los objetivos formativos de la agenda educativa de la Unión Europea, apuntando algunos estudios a la importancia de exponer a los niños y niñas de manera temprana a estos conocimientos a fin de evitar la formación de estereotipos y otros obstáculos para su incorporación a posteriori en estos campos (Elkin, Sullivan, & Bers, 2014).

Una revisión de literatura 2003-2009 pidió formas más innovadoras para unir la alfabetización, la tecnología y el aprendizaje, ya que los textos digitales y la tecnología se entrelazan con las habilidades de alfabetización temprana (Burnett, 2010; Van Kleeck & Schuele, 2010). Por tanto, se hace necesario ver la forma de abordar de forma innovadora y transversal la enseñanza de la tecnología y la programación en edades tempranas.

Al mismo tiempo, existe una creciente necesidad de una fuerza laboral futura que entienda la tecnología. Dada esta nueva realidad, los programas educativos nacionales y las iniciativas privadas se centran en la alfabetización en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y hacen de la programación y el pensamiento computacional una prioridad para la educación (Manches & Ploughma, 2017). Por otra parte, la investigación ha encontrado que las intervenciones educativas en la primera infancia están relacionadas con costos más bajos y efectos más duraderos que las intervenciones educativas que comienzan más adelante (Cunha & Heckman, 2007). Además, algunos estudios demuestran estereotipos basados en el género que involucran carreras STEM (Metz, 2007) y menos obstáculos para ingresar a la fuerza laboral (Madill et al., 2007; Markert, 1996) cuando los niños están expuestos a STEM en la infancia (Metz, 2007).

Diferentes estudios han demostrado el potencial de la robótica educativa en los primeros años (Bers, 2010; Bers, 2008; Jung & Won, 2018). Algunos de ellos han presentado métodos para implementar un currículo robótico para evaluar las habilidades de TC (Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017; Chen et al., 2017), para desarrollar funciones ejecutivas (Di Lieto et al., 2017), las actitudes hacia la sociedad y la ciencia (Kandlhofer & Steinbauer, 2016), y las características tecnológicas de los robots y las interacciones (Burlson et al., 2017; Serholt, 2018). Sin embargo, la investigación sobre robótica y pensamiento computacional en la educación infantil todavía se encuentra en sus primeras etapas (Öztürk & Calingasan, 2018; Ching, Hsu, & Baldwin, 2018, pp. 1-11; Guanhua et al., 2017; García-Peñalvo, 2016). Varios estudios se han centrado en aspectos tecnológicos o robots, aspectos de interacción o currículos de robótica, más que en cómo los alumnos se involucran y aprenden y cómo los maestros introducen las nuevas habilidades en sus aulas y currículos (Jung & Won, 2018; Serholt, 2018).

Por todo lo anterior, este trabajo pretende: a) identificar las definiciones de la enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional, de la programación y del STEM/STEAM; b) identificar las principales iniciativas de enseñanza del pensamiento computacional y programación en las etapas de educación infantil; c) identificar los principales kits de robótica educativa y entornos para la enseñanza de la programación y d) analizar los principales enfoques y estrategias metodológicas para la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en educación infantil.

2. Conceptos fundamentales: codificación, programación y pensamiento computacional

Los términos codificación, programación y pensamiento computacional se usan indistintamente para discutir el desarrollo de habilidades digitales, indispensables para el desarrollo de la ciudadanía del siglo XXI (Bender, Urrea, & Zapata-Ros, 2015), pero no hay un claro consenso sobre los mismos, por lo cual se hace necesario clarificar qué significan estos términos para nuestro trabajo (ECDL Foundation, 2015):

- *Programación*: es el proceso de desarrollar e implementar instrucciones de forma que se permita a un ordenador ejecutar una tarea, resolver un problema y permitir la interacción con humanos.

- *Pensamiento computacional*: es la aproximación hacia la resolución de problemas mediante el uso de estrategias de descomposición, diseño de algoritmos y abstracción, así como razonamiento lógico. El pensamiento computacional implica formular problemas de una manera que permite el uso de un ordenador para resolverlos; organizando y analizando lógicamente datos, representando datos a través de abstracciones, automatizando soluciones a través de algoritmos.
- *Codificación*: Se refiere a la creación de un código en un lenguaje de programación. Permite la intercomunicación entre humanos y máquinas. Asigna un código a “algo”. En informática, los términos programación y codificación generalmente se usan indistintamente.

Una vez clarificados los diferentes términos, nos centraremos en el concepto de pensamiento computacional. Aunque recientemente el término “pensamiento computacional” ha cobrado interés para el mundo académico, sus inicios se remontan a los años 60’s, con S. Papert (1980) y su enfoque constructivista del lenguaje de programación LOGO, que permitía a los estudiantes crear sus propios procesos de resolución de problemas. Wing (2006), recupera el concepto de pensamiento computacional y lo define como una mezcla entre diferentes formas de pensamiento para la resolución de problemas (ingeniería, matemático, científico) a través de la abstracción formal y del enfoque del mundo real y cotidiano. Wing define al pensamiento computacional como *“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”*.

El interés por este término no para de crecer, así como el número de iniciativas para promover su efectiva introducción en las escuelas. Así, desde el Computer Science Teachers Association (CSTA) (<https://www.csteachers.org/page/CompThinking>) y el International Society for Technology in Education (ISTE) (<https://bit.ly/2R5XliU>) se han creado un conjunto de herramientas y recursos para que el pensamiento computacional pueda ser desarrollado en las escuelas.

Asimismo, la codificación (*coding*) es vista como un nuevo tipo de alfabetización. Según Resnik (2014):

Coding (or computer programming) is a new type of literacy. Just as writing helps you organize your thinking and express your ideas, the same is true for coding. In the past, coding was seen as too difficult for most people. But we think coding should be for everyone, just like writing... With ScratchJr, children aren’t just learning to code, they are coding to learn.

Del mismo modo que en siglos pasados era necesario que los ciudadanos aprendieran a escribir, no solo para leer para ser productores de información y conocimiento en vez de solo consumidores, en el siglo XXI, en la sociedad digital de información, es necesario que los ciudadanos aprendan a “codificar” para ser productores digitales de información, no solo consumidores digitales de la misma.

Bers (2017) habla sobre la “codificación” y el “pensamiento computacional”, diciendo que estas ideas no son lo mismo, pero están relacionadas. El pensamiento computacional es la capacidad de usar los conceptos de la informática para formular y resolver problemas. El pensamiento computacional implica un conjunto más amplio de habilidades (por ejemplo, análisis de problemas, pensamiento algorítmico, ...). Usualmente, involucra los conceptos centrales de abstracción, algoritmo, automatización, descomposición, depuración y generalización. Asimismo, puede entenderse como un vínculo directo y como un componente de la “competencia digital”. El pensamiento computacional representa un tipo de pensamiento analítico que comparte muchas similitudes con el pensamiento matemático (por ejemplo, resolución de problemas), el pensamiento de ingeniería (diseño y evaluación de procesos) y el pensamiento científico (análisis sistemático). Además, Bers (2017) amplía el concepto de pensamiento computacional, como un proceso expresivo que permite nuevas formas de comunicar ideas. De esta forma, la “codificación” se puede ver como una herramienta para enseñar el pensamiento computacional y podemos ver a la programación como “la escritura conectada con tecnología”. La programación es escribir el código (representación simbólica en un lenguaje informático).

Por tanto, la “codificación” o programación, es la nueva alfabetización, y es necesario comenzar a integrar la alfabetización informática en edades tempranas, especialmente, a través de las tecnologías que soporten el aprendizaje basado en juegos, porque involucran a los niños para que sean creadores, diseñadores, solucionadores de problemas, creadores, artistas ... en resumen, y de esta forma, los niños aprenden a ser productores digitales.

Según Bers (2017),

La “codificación” promueve experiencias apropiadas para el desarrollo como resolución de problemas, imaginación, desafíos cognitivos, interacciones sociales, desarrollo de habilidades motrices, exploración

emocional ... y puede integrarse en diferentes áreas curriculares para promover la alfabetización, matemática, ciencia, ingeniería y las artes a través de un enfoque basado en proyectos.

Además, Bers (2017) amplía la noción de pensamiento computacional, definiéndolo como un proceso expresivo y presentando 7 poderosas ideas de pensamiento computacional: 1) algoritmos, 2) modularidad, 3) estructuras de control, 4) representación, 5) *hardware / software*, 6) el proceso de diseño, y 7) la depuración.

De esta forma, Bers (2017) presenta la “codificación” como una nueva forma para que los niños expresen y compartan sus ideas. En este sentido, puede integrarse en casi cualquier actividad de la clase, con o sin tecnología, como una nueva alfabetización y una nueva forma de pensar, integrada con otras partes del plan de estudios.

Por otra parte, en el contexto de la Agenda Digital europea, la codificación se considera explícitamente como una habilidad clave del siglo XXI: “La codificación es la alfabetización de hoy y ayuda a practicar habilidades del siglo XXI, como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y el pensamiento analítico” (Bocconi et al., 2016). La Comisión Europea (2015) considera esencial la adquisición de competencias digitales, incluida la codificación, para sostener el desarrollo económico y competitividad. En la misma línea, la Nueva Agenda de Habilidades invita explícitamente a los Estados Miembros a desarrollar la “codificación / informática” en la educación (Bocconi et al., 2016).

A continuación, se presentan algunas iniciativas de introducción del pensamiento computacional y la enseñanza de la codificación/programación a nivel formal e informal.

3. Iniciativas de introducción del pensamiento computacional a nivel formal e informal

Existen diversas iniciativas en países que han incorporado la enseñanza de la programación a nivel formal en sus currículos escolares, tales como Estonia, Suiza, Finlandia, EEUU, Israel, Singapur o Reino Unido entre otros.

En España existe una normativa a nivel nacional, que puede ser reformulada y concretada en cada Comunidad Autónoma. La situación actual de la enseñanza de la programación/codificación en nuestro sistema educativo es la siguiente (Román-González, 2016):

- A nivel nacional, la codificación/programación forma parte de la asignatura optativa “Tecnologías de la Información y la Comunicación I” de la Etapa de Bachillerato.
- A nivel autonómico, existen distintas Comunidades Autónomas que incluyen en su currículum la enseñanza de la programación/codificación: Cataluña (segundo ciclo de la ESO); Madrid (1º, 2º y 3º de la ESO y Educación Primaria a nivel optativo, fuera del horario escolar), Castilla y León (optativa de 3º y 4º de la ESO), Navarra (4º y 5º de Primaria incluye contenidos obligatorios transversales al área de matemáticas).

Según Román-González (2016) la enseñanza de la programación se está incorporado principalmente en la etapa de Educación Secundaria (13 países), aunque se está incrementando el número de países que lo incorporan también en la etapa de Primaria (10 países), si bien no hay consenso en cuanto a su forma de incorporación: como asignatura obligatoria, optativa o transversal a otras áreas.

El sistema de educación español establece unas directrices para los organismos autonómicos que deben ser seguidas, y que, en relación a la enseñanza de la programación, se está introduciendo de forma progresiva y a diferentes ritmos.

Por ejemplo, en la Comunidad autónoma de Canarias, el Área de Tecnología Educativa (Medusa) de la Consejería de Educación y Universidades del Gobierno de Canarias, trabaja de forma coordinada con las asesorías TIC de los centros de formación del profesorado. Actualmente, en el plan de trabajo conjunto, se contempla un área de trabajo sobre Pensamiento Computacional. En cuanto a su presencia en el currículo, desde esta área se elaboraron orientaciones generales sobre pensamiento computacional, las cuales han sido incluidas en un “documento para la descripción del grado de desarrollo y adquisición de las competencias”.

Como iniciativas que desarrollan el pensamiento computacional en el ámbito no formal podemos encontrar a las siguientes (Llorens-Largo, García-Peñalvo, Molero-Prieto & Vendrell-Vidal, 2017; Fundación Telefónica, 2017; Segredo, Miranda, & León, 2017; Bocconi et al., 2016; Google, FECYT, & Everis, 2016; Espino & González, 2015):

- A nivel nacional: Code.Educalab (<http://code.educalab.es>), Programamos (<https://programamos.es/>), Genios (<https://educagenios.com/>), entre otras.

- A nivel internacional: Code Week (<http://codeweek.eu/>), Code.org (<https://code.org/>), Made with code (<https://www.madewithcode.com/>), Computing at School (<http://www.computingschool.org.uk/>), Coding pirates (<https://codingpirates.dk/>), Hour of Code (<https://hourofcode.com/uk/es>), Bebras (<http://bebras.org/>), Girls in Tech (<https://girlsintech.org/>), CoderDojo (<https://coderdojo.com/>), CT en Google for Education (<https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>), TACCLE 3 - Codificación (García-Peñalvo, 2016), Computer Science for All (Ciencias de la computación para todos, 2016), entre otras.

Recientemente, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte ha publicado un informe sobre la situación en España de la introducción del pensamiento computacional en las aulas (MECD, 2018). Además, la Sociedad Científica de Informática de España (SCIE) ha realizado un manifiesto “consciente de la importancia creciente para las nuevas generaciones de una formación universal en conocimientos básicos de Informática, manifiesta la necesidad de incluir en el sistema educativo español la materia “Informática”, de carácter obligatorio desde Educación Primaria hasta Bachillerato” (SCIE, 2018). Como podemos observar, son escasas las iniciativas a nivel formal para la Educación Infantil y su preocupación en la introducción de este tipo de enseñanzas, siendo el caso de Singapur el más destacado (Sullivan & Bers, 2017). La experiencia pionera de Singapur forma parte de una estrategia educativa nacional, ya que incorporan el pensamiento computacional y la enseñanza de la programación en todo el conjunto de su sistema educativo dentro un programa denominado “Smart Nation Programme Office (SNPO) (<https://www.smartnation.sg/>)” y específicamente en edades tempranas a través de un programa denominado “Playmaker Programme” (Sullivan & Bers, 2017).

Como ejemplos de iniciativas de introducción de la enseñanza de la programación en la educación infantil a nivel nacional podemos mencionar al Centro público Antonio Machado de Collado de Villalba (Madrid) (Reina & Reina, 2014), quienes han desarrollado diversos proyectos, tales como la programación direccional mediante programación tangible con Bee Bot, la programación a través de tabletas usando Apps (Kodable, Bee Bot App, Daisy the Dinosaur) y la programación de robots con Lego Wedo (Pinto-Llorente, Casillas-Martín, Cabezas-González, & García-Peñalvo, 2018).

Asimismo, en Canarias se ha llevado a cabo un Estudio sobre la enseñanza de la robótica a nivel infantil utilizando KIBO Robots durante el año 2017, realizando la formación del profesorado y la introducción de forma transversal de la enseñanza de la programación en tres colegios de la isla de Tenerife, colaboración con el grupo ITED de la Universidad de La Laguna y el grupo DEV TECH de Tufts University (EEUU) (Bers, González, Armas, & Torres, 2018).

4. Herramientas para la enseñanza de la programación para la educación infantil

Actualmente existen numerosas herramientas para la enseñanza de la programación para primaria y secundaria, tales como: LOGO, Scratch, Alice, App Inventor, Greenfoot, Pencilcode, Agentcheets and Angetcubes... Sin embargo, son pocos los entornos y herramientas existentes para la enseñanza de la programación a nivel de educación infantil. Entre ellas, podemos destacar las siguientes (da Silva & González, 2017):

- **Robot Turtles** (<http://www.robotturtles.com/>): es un juego de tablero para que los niños y niñas, a partir de 4 años, aprendan los fundamentos de la programación (Fig. 1). En este juego, uno de los jugadores se convierte en el “motor de tortugas” y el resto son “maestros de tortugas”. Los maestros deben conseguir que su tortuga avance por el tablero y los diferentes laberintos hasta llegar a la gema de su color.

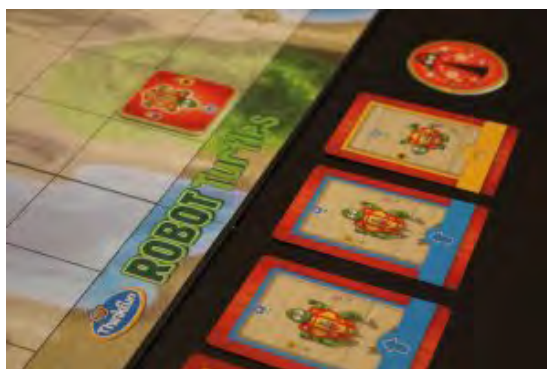


Figura 1. Robot Turtles. Fuente: <http://www.robotturtles.com/>

- **Hello Ruby** (<http://www.helloruby.com/>): es un cuento infantil a partir del cual se puede enseñar a los niños y niñas a programar, donde cada lenguaje de programación es un personaje. Incluye actividades e ideas adicionales en su página web para aprender a programar.



Figura 2. Hello Ruby. Fuente: <http://www.helloruby.com/>

- **ScratchJr** (<https://www.scratchjr.org/>): es un lenguaje de programación visual diseñado por el MIT en colaboración con el DEV TECH de Tufts University, para la enseñanza de la codificación para niños y niñas de 5 a 7 años de edad (Fig. 3). Permite crear y razonar a niños y niñas que no saben leer aún. Está disponible de forma libre para iOS, Android y Chromebook.



Figura 3. Interfaz de Scratch Jr. Fuente: <https://www.scratchjr.org/learn/interface>

Kodable (<https://www.kodable.com/>): es una herramienta educativa para enseñar a programar a niños y niñas a partir de los 5 años de edad (Fig. 4). Cuenta con diversos niveles de dificultad y con distintos contenidos que permiten practicar secuencias, bucles, variables, condicionales, operaciones algorítmicas, resolución de problemas, habilidades comunicativas, pensamiento crítico, etc., así como otros contenidos relacionados con el pensamiento computacional.



Figura 4. Kodable. Fuente: <https://www.kodable.com/>

- **Cargobot** (<https://twolivesleft.com/CargoBot/>): es una app para el iPad que, a través de un lenguaje llamado Codea, permite aprender a programar como si fuera un juego (parecido al Tetris) (Fig. 5).



Figura 5. Cargobot. Fuente: <https://twolivesleft.com/CargoBot/>

- **LightbotJr** (<http://lightbot.com/>): es una app que permite aprender a programar a través de la resolución de puzzles (Fig. 6). En este juego los niños y niñas deberán darle instrucciones lógicas al robot para que se mueva a través de un camino hasta el enchufe que permitirá encender la luz de la habitación.

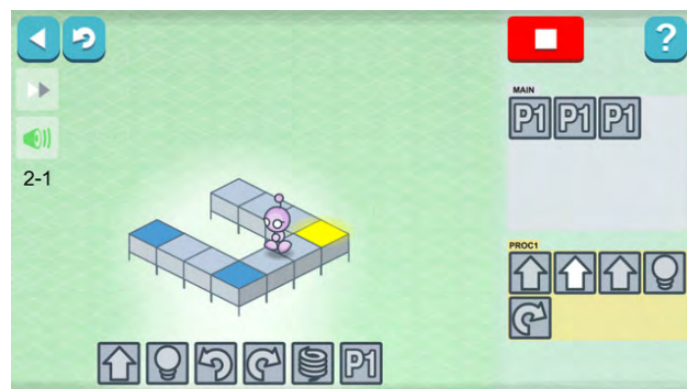


Figura 6. LightbotJr. Fuente: <http://lightbot.com/>

A continuación, se mencionan algunos de los juguetes robóticos más empleados o considerados más adecuados para ser utilizados en las aulas de educación infantil.

- **KIBO Robots:** KIBO ha sido desarrollado por Kinderlabs Robotics en la Universidad de Tufts y es un robot con sensores de sonidos, luces y distancia, y un lector de código de barras que es el medio por el que le son ingresadas todas las instrucciones de programación. KIBO (Fig. 7) viene acompañado de una serie de bloques de madera en los que se encuentran representadas mediante imágenes y colores, diferentes instrucciones de programación que incluyen *loops* (ciclos de repeticiones) y declaraciones condicionales, acompañadas de un código de barras. Con estos bloques, los niños y niñas van conformando la secuencia de pasos que conforman su algoritmo y cuyos códigos de barras serán posteriormente capturados uno a uno mediante el lector del que para tal fin dispone el robot. KIBO posee una apariencia que luce como si no hubiese sido concluido su diseño físico, lo que invita a los niños a completarlo mediante el uso de materiales que permitan su decoración y personalización, involucrándolos e inspirándolos en la creación de proyectos con un significado propio en el que poder desarrollar destrezas creativas y artísticas.



Figura 7. KIBO Robot. Fuente: <http://kinderlabrobotics.com>

- **BEE BOT y BLUE-BOT:** Sin duda el Bee-Boot (Fig.8) es uno de los dispositivos más utilizados y estudiados actualmente en las aulas de educación infantil para la iniciación de los estudiantes en los conceptos de robótica, así como para la adquisición de competencias en diferentes áreas del conocimiento, como la lecto-escritura, matemáticas, arte, entre otras. El robot es operado mediante las teclas que posee en la carcasa, las cuales emplean básicamente los comandos de paso atrás, paso adelante (15 cm.), giro a la derecha, giro a la izquierda (ambos de 90°), pausa y un botón para ejecutar la secuencia de pasos a las que se ha dado entrada mediante el uso de los botones anteriores, además de otro que permite iniciar el dispositivo (*clear*) para introducir una nueva secuencia de comandos, el costo del BEE-BOT se encuentra alrededor de los 80€ por unidad.



Figura 8. Bee Bot. Fuente: <https://www.bee-bot.us/>

El Blue-Bot (Fig. 9) es prácticamente igual que el Bee-Boot, con la prestación añadida de que adicionalmente puede ser programado mediante una aplicación para dispositivos móviles (Android e IOS) con una interfaz gráfica bastante fácil de manipular para los niños. Su precio es de 140€ por unidad.



Figura 9. Blue-Bot. Fuente: <https://www.bee-bot.us/bluebot.html>

El fabricante de Blue-Bot ha sacado recientemente al mercado un lector táctil de programación en el que los niños colocan fichas individuales con una instrucción determinada, e ir así construyendo el algoritmo. Una vez finalizado este y presionada la tecla 'Go', el set de instrucciones será ejecutado por el robot. Este dispositivo es vendido por separado. En Reino Unido su precio se encuentra en 96£. Adicionalmente, ambos robots operan sobre una alfombrilla cuadrículada, cuyo precio oscila sobre los 35€ (precio página web Ro-botica) la unidad (dependiendo del contenido de aprendizaje de la misma).

- **Roamer:** es un robot educativo desarrollado por Valiant Technology con la finalidad de facilitar los procesos de enseñanza desde el primer ciclo de educación infantil hasta 6to grado de primaria cuya principal característica es que puede ser adaptado a diferentes edades y niveles de habilidades y conocimientos, mediante el cambio del módulo de teclado en la parte superior del dispositivo (Fig.10).



Figura 10. ROAMER. Fuente: <http://www.roamer-educational-robot.com/>

La Figura 10 presenta el módulo de teclado utilizado para edades entre 5 y 7 años. En él se puede observar que se manejan patrones de velocidad, distancia y ángulo de giro, introduciendo además el concepto de repetición mediante los números que se muestran en el teclado. El valor añadido que presenta este robot es el potencial que posee para el desarrollo de conceptos matemáticos en la niñez (Misirli & Komis, 2014). Por otra parte, la creación de un pseudo-lenguaje mediante la representación gráfica de los comandos del robot Roamer es una estrategia de enseñanza apropiada para la visualización de los procedimientos de programación.

- **CUBETTO:** es un robot diseñado por Primo Toys en el que la secuencia de comandos que conforman la programación del robot, es realizada mediante la inserción de bloques en diferentes slots de un tablero que representa la interfaz con el robot (Fig. 11.). Los bloques poseen diferentes formas y colores, representando cada uno de ellos una acción específica: adelante, giro derecha, giro izquierda y función. El tablero se encuentra dividido en dos partes, una parte superior con doce slots que guían la secuencia y el lugar en el que los niños deben ir colocar los bloques de instrucciones, y una parte inferior con 4 slots, en el que de igual modo mediante el uso de los diferentes bloques los niños podrán introducir una secuencia de programación pero que en este caso podrá ser invocada desde los slots superior como una función o procedimiento (para ello el bloque de función). Una vez introducidas las piezas deseadas, el envío del programa se realiza vía bluetooth al pequeño y sencillo robot representado por una cajita de madera construido con Arduino. Cabe destacar que CUBETTO cuenta con el visto bueno del método Montessori. Su precio es de 225 US\$ la unidad.



Figura 11. CUBETTO. Fuente: <https://www.primotoys.com/>

- **CODE A PILLAR:** creado por FISHER PRICE para introducir los conceptos de programación en niños de pre-escolar a fin de promover las destrezas de pensamiento computacional y de solución de problemas (Fig. 12). El juguete viene con 8 segmentos que se conectan entre sí mediante un puerto USB, representando cada uno de ellos un determinado comando o instrucción (adelante, derecha, izquierda, giro, sonido). El orden en el que son conectados los bloques determinará la secuencia de programación que ejecutará el robot (a diferentes entradas, diferentes resultados) una vez presionado el botón *start*.



Figura 12. CODE A PILLAR. Fuente: <https://bit.ly/107upVY>

5. Estrategias pedagógicas para la enseñanza de la programación en la etapa de infantil

La introducción de los programas STEM en la educación infantil se ha basado en los aspectos tangibles del trabajo con robótica, que refuerzan el desarrollo de las habilidades motoras finas y la necesidad de introducir a los niños pequeños a la codificación antes de que se formen los estereotipos (Bers, Seddighin, & Sullivan, 2013). La robótica puede involucrar a los niños en una experiencia de aprendizaje lúdica y apropiada para el desarrollo que incluye resolución de problemas, pensamiento abstracto y lógico (Bers, 2018).

La mayoría de las investigaciones sobre robótica, codificación y pensamiento computacional se han centrado en niveles educativos superiores al infantil, sobre todo primaria y secundaria. Pero la enseñanza de estos conceptos y habilidades en la primera infancia puede ser positiva para promover STEM cuando se combina con las ciencias sociales de una manera natural y lúdica. La generación actual de kits robóticos para niños pequeños permite el aprendizaje a través de manipulativos. Resnick et al. (1998) muestran cómo estas herramientas promueven una comprensión de conceptos matemáticos como otros materiales tradicionales (bloques, cuentas, bolas, etc.). Además, la robótica no suele implicar tiempo de pantalla y puede promover el trabajo en equipo y la colaboración (Sullivan & Bers, 2016; Revelo et al., 2018; de la Cruz et al., 2013).

Investigaciones anteriores han demostrado que los niños pequeños de 4 a 7 años de edad pueden crear y programar proyectos de robótica básica (Cejka, Rogers, & Portsmore, 2006; Wyeth, 2008; Sullivan & Bers, 2013). Además, la robótica permite trabajar con otras habilidades importantes para su desarrollo, como la motricidad fina y la coordinación ojo-mano (Bers et al., 2013; Hill et al., 2016; Lee, Sullivan, & Bers, 2013). Además, la codificación y la robótica permiten a los niños y niñas desarrollar habilidades de resolución de problemas, metacognitivas y de razonamiento (Elkin et al., 2014).

Sin embargo, al introducir la robótica en un contexto de educación infantil, existe la necesidad de que el enfoque pedagógico sea apropiado para el desarrollo (Bers, González, & Armas, 2019). El uso de diferentes metáforas puede ser útil para describir este enfoque, como por ejemplo la dada por Resnick (2006, pp. 192–208) quien comparó la programación con un pincel, describiéndola como un medio para la autoexpresión y el diseño creativo. Otra metáfora fue utilizada por Bers (2018), quien compara la robótica con la “codificación como área de juegos” debido a la forma en que puede involucrar a los niños cognitivamente, socialmente, físicamente, emocionalmente y creativamente.

Además, existen distintas recomendaciones para poder introducir la enseñanza de la programación en edades tempranas. Martín, Toledo y Cerverón (2002) diferencian entre la programación tangible, realizada mediante objetos con interfaces tangibles y con capacidad para ser programados (por ejemplo, robots) y la programación no tangible, realizada a través de *software* (ordenadores y tabletas). La programación tangible es la recomendada para edades tempranas (González-González, Guzmán-Franco, & Infante-Moro, 2019), aunque a partir de los 4-5 años ya puede introducirse la programación gráfica táctil a través de tabletas y ordenadores (Bers & Horn, 2010).

STEM/STEAM	Elementos a trabajar en el currículum	Referencias
Tecnología Ingeniería	Metodologías de diseño de proyectos de ingeniería Conceptos de robótica y programación	(Bers et al., 2002; Cejka et al. 2006; Sullivan et al., 2015; Sullivan & Bers 2017)
Matemáticas	Números Secuencia Estimación Conteo Tamaño / Formas Resolución de problemas Metacognición Razonamiento	(Bers, 2008; Clements & Meredith 1993; Clements et al., 2011; Highfield et al., 2008; Kazakoff et al., 2013; Resnick et al., 1998; Clements & Gullo, 1984; Navarro et al., 2012; Resnick, 2007)
Ciencia	Exploración de los sentidos Causa y efecto Observación estructurada	(Bers, 2008; Kazakoff et al., 2013)
Artes	Desarrollo de la motricidad fina Coordinación visoespacial Colaboración y trabajo en grupo Creatividad	(Hamner & Cross, 2013; Lee et al., 2013)

Tabla 1. Elementos de STEM/STEAM que pueden integrarse en el currículum de infantil a través de la robótica y la programación

Algunos autores recomiendan distintas actividades para niños entre 3 y 6 años para introducir el pensamiento computacional (CSTA & ISTE, 2011; Pane & Myers, 2001). Por ejemplo:

- A partir de los 3-4 años: actividades de producción y ejecución de instrucciones, principalmente vinculadas al propio cuerpo y acción y trabajo con objetos manipulables (programación tangible).
- Entre los 4-5 años: programación tangible manipulativa, incorporación de programación a través de interfaces naturales táctiles (interacciones de tipo arrastrar-soltar comandos con representación visual, instrucciones gráficas).
- Entre los 5-6 años: programación tangible y táctil, posibilidad de introducción de comandos con algunas palabras (instrucciones simples).

Asimismo, recomiendan mantener un enfoque globalizador, con metodologías de aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje basado en proyectos (Nacher, Garcia-Sanjuan & Jaen, 2015; Eck et al., 2013; Janka, 2008). Y, destacan que en la evaluación se trabaje la habilidad de aprender a aprender y la autoevaluación, la reflexión y la generalización (Vilalta García, 2016).

Por otra parte, debido a que el pensamiento computacional es una forma de pensar, comprender y aprender a resolver problemas, no requiere el uso de tecnología. En su lugar, podemos usar una variedad de actividades “desconectadas” o “desenchufadas” (conocidas como *unplugged*) (Bell et al., 2009; Zapata-Ros, 2019). Existen un gran número de actividades disponibles para ser utilizadas de esta forma (sin pantallas ni ordenadores) en Internet, como por ejemplo el sitio web CS Unplugged (<https://csunplugged.org>) que contiene colecciones de actividades para trabajar el pensamiento computacional desenchufado con licencias abiertas.

6. Conclusiones

En este artículo se han presentado diferentes conceptos relacionados con la codificación, programación y pensamiento computacional, que aparecen en la literatura y sobre los cuales no hay consenso. Se han clarificado estos conceptos para luego centrar la discusión cómo abordar desde un punto de vista pedagógico y tecnológico la enseñanza de los mismos en la etapa de educación infantil.

Asimismo, se han presentado una revisión sobre diferentes iniciativas a nivel formal e información de introducción curricular de la enseñanza de la codificación, programación y pensamiento computacional nacionales e internacionales. Vemos que son escasas las experiencias de introducción de estos conceptos y habilidades en edades tempranas. Asimismo, son escasos los estudios sobre los resultados a largo plazo en el aprendizaje de las habilidades relacionadas al pensamiento computacional, así como principios pedagógicos y metodológicos que guíen al profesorado en el diseño de experiencias de aprendizaje basadas en tecnologías para la etapa de educación infantil. Por ello, este trabajo aborda una revisión de las principales tecnologías y herramientas especialmente adecuadas para estas edades, así como los principios metodológicos para poder introducir las de forma efectiva.

Finalmente, se presentan diversas recomendaciones sobre estrategias y marcos pedagógicos para la enseñanza de la programación, la robótica y la ingeniería en la educación infantil, destacándose el marco de Desarrollo Positivo de la Tecnología (PTD) como marco de referencia para la introducción curricular efectiva y transversal de los conceptos fundamentales de tecnología e ingeniería en edades tempranas.

Referencias

- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.
- Alimisis, D., Moro, M., Arlegui, J., Pina, A., Frangou, S., & Papanikolaou, K. (2007, August). Robotics & constructivism in education: The TERECoP project. In *EuroLogo* (Vol. 40, pp. 19-24).
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, I., & Grimley, M. (2009). Computer science unplugged: School students doing real computing without computers. *The New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20-29.
- Bender, W., Urrea, C., & Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 46, 1. doi:<https://doi.org/10.6018/red/46/1>

- Bers, M. U. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. New York, NY: Teachers College Press.
- Bers, M. U. (2012). *Designing digital experiences for positive youth development: From playpen to playground*. Cary, NC: Oxford. doi:<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199757022.001.0001>
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge. doi:<https://doi.org/10.4324/9781315398945>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & 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>
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>
- Bers, M. U., & Horn, M. S. (2010). Tangible programming in early childhood. *High-tech tots: Childhood in a digital world*, 49, 49-70.
- Bers, M. U., Ponte, I., Jurelich, K., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education. *Information Technology in Childhood Education*, 2002(1), 123-145.
- Bers, M. U., & Resnick, M. (2015). *The official ScratchJr book: Help your kids learn to code*. No Starch Press.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice* (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site). doi:<https://doi.org/10.2791/792158>
- Burnett, C. (2010). Technology and literacy in early childhood educational settings: A review of research. *Journal of early childhood literacy*, 10(3), 247-270. doi:<https://doi.org/10.1177/1468798410372154>
- Burleson, W. S., Harlow, D. B., Nilsen, K. J., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C. N., ... & Muldner, K. (2017). Active Learning Environments with Robotic Tangibles: Children's Physical and Virtual Spatial Programming Experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11(1), 96-106. doi:<https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2724031>
- 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.
- Ching, Y. H., Hsu, Y. C., & Baldwin, S. (2018). Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners. *TechTrends*, 62, 563-573. doi:<https://doi.org/10.1007/s11528-018-0292-7>
- Clements, D. H., Sarama, J., Farran, D., Lipsey, M., Hofer, K. G., & Bilbrey, C. (2011). An Examination of the Building Blocks Math Curriculum: Results of a Longitudinal Scale-Up Study. *Society for Research on Educational Effectiveness*.
- Clements, D. H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. *Journal of educational psychology*, 76(6), 1051. doi:<https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.6.1051>
- Clements, D. H., & Meredith, J. S. (1993). Research on Logo: Effects and efficacy. *Journal of Computing in Childhood Education*, 4(4), 263-290.
- Cruz, S. S. T., Rojas, O. E., Hurtado, J. A., & Collazos, C. A. (2013, August). ChildProgramming process: A software development model for kids. In *2013 8th Computing Colombian Conference (8CCC)* (pp. 1-6). USA: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ColombianCC.2013.6637535>
- Digital Agenda Scoreboard "Digital Inclusion and Skills" (2014). Recuperado de: <https://bit.ly/2WuN5Yg>
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., ... & Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in human behavior*, 71, 16-23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>
- ECDL Foundation (2015). *Computing and Digital Literacy - Call for a Holistic Approach*. Recuperado de: <https://bit.ly/2MWtyR5>
- Eck, J., Hirschmugl-Gaisch, S., Hofmann, A., Kandlhofer, M., Rubenzer, S., & Steinbauer, G. (2013). Innovative concepts in educational robotics: Robotics projects for kindergartens in Austria. In *Austrian Robotics Workshop* (Vol. 14, p. 12).
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169. doi:<https://doi.org/10.28945/2094>
- European Schoolnet (2015). *Computing our future. Computer programming and coding: priorities, school curricula and initiatives across Europe* [Informe técnico]. Recuperado de: <https://bit.ly/2wPZJqi>
- Fundación Telefónica (2017). *Pensamiento Computacional*. Recuperado de: <https://bit.ly/2Ztke8H>

- García-Peñalvo, F. J. (2016). A brief introduction to TACCLE 3 – Coding European Project. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), 2016. *International Symposium on Computers in Education (SIEE 16)*. USA: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/SIEE.2016.7751876>
- García-Peñalvo, F. J. (2017). Pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. El enfoque de TACCLE3. Recuperado de: <https://bit.ly/2wPvrUE>. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.376310>
- García-Peñalvo, F. J. & Méndes, J.A. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005>
- González-González, C. S., Guzmán-Franco, M. D., & Infante-Moro, A. (2019). Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review. *Sustainability*, 11(10), 2910. doi:<https://doi.org/10.3390/su11102910>
- Google, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y Everis (2016). Informe “EDUCACIÓN EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN EN ESPAÑA 2015”. Recuperado de: <https://bit.ly/2iqhTYa>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. doi:<https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Guanhua, C., Ji, S., Lauren, B.-C., Shiyan, J., Xiaoting, H., & Moataz, E. (2017). Assessing elementary students’ computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Hamner, E., & Cross, J. (2013). Arts & Bots: Techniques for distributing a STEAM robotics program through K-12 classrooms *Proceedings of 2013 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC) (March 9th, 2013, Princeton, NJ, USA)* (pp. 1-5). USA: IEEE. doi:<https://doi.org/10.1109/ISECon.2013.6525207>
- Highfield, K., Mulligan, J., & Hedberg, J. (2008). Early mathematics learning through exploration with programmable toys. In *Proceedings of the joint meeting of PME 32 and PME-NA* (pp. 169-176).
- Hornack, M. A. (2011). Technology Integration Matrix.: Recuperado de: <https://bit.ly/2wOh4jx>
- Janka, P. (2008). Using a programmable toy at preschool age: why and how. In *Teaching with robotics: didactic approaches and experiences. Workshop of International Conference on Simulation, Modeling and Programming Autonomous Robots* (pp. 112-121).
- Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability*, 10(4), 905. doi:<https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kazakoff, R. E., Sullivan, A., & Bers, U. M. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education*, 41, 245-255. doi:<https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70. doi:<https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Koschmann, T. D. (1996). Paradigm shifts and instructional technology: An introduction. In T. D. Koschmann (Ed.), *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm* (pp. 1-25). NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lee, K. T., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). Collaboration by design: Using robotics to foster social interaction in kindergarten. *Computers in the Schools*, 30(3), 271-281. doi:<https://doi.org/10.1080/07380569.2013.805676>
- Llorens Largo, F., García-Peñalvo, F. J., Molero Prieto, X., & Vendrell Vidal, E. (2017). La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. *Education in the Knowledge Society*, 18(2), 7-17. doi:<https://doi.org/10.14201/eks2017182717>
- Manches, A., & Plowman, L. (2017). Computing education in children’s early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 191-201. doi:<https://doi.org/10.1111/bjet.12355>
- Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L., & Settle, A. (2014, June). Computational thinking in K-9 education. In *Proceedings of the working group reports of the 2014 on innovation & technology in computer science education conference* (pp. 1-29). New York, USA: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/2713609.2713610>
- Martin G., Toledo G., & Cerverón V. (2002). Fundamentos de Informática y Programación. Recuperado de: <https://bit.ly/2F5VdZ9>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (2018). Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España. Recuperado de: <https://bit.ly/2CoSOJC>
- Miranda-Pinto, M. S. (2016). Desafíos de programación y robótica en Educación Preescolar: proyecto Kids Media Lab. En *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 1848-1855). Barcelona, España: Octaedro.
- Misirli, A., & Komis, V. (2014). Robotics and programming concepts in early childhood education: A conceptual framework for designing educational scenarios. In *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 99-118). New York: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6501-0_8

- Nacher, V., Garcia-Sanjuan, F., & Jaen, J. (2015). Game Technologies for Kindergarten Instruction: Experiences and Future Challenges. In *Proceedings of the 2nd Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego* (pp. 58-67).
- Navarro, J. I., Aguilar, M., Marchena, E., Ruiz, G., Menacho, I., & Van Luit, J. E. (2012). Longitudinal study of low and high achievers in early mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 28-41. doi:<https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02043.x>
- Öztürk, H. T., & Calingasan, L. (2018). Robotics in early childhood education: A case study for the best practices. In H. Ozcinar, G. Wong, & H. Ozturk (Eds.). *Teaching computational thinking in primary education* (pp. 182-200). Hershey, PA: IGI Global. doi:<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3200-2.ch010>
- Pane, J. F., & Myers, B. A. (2001). Studying the language and structure in non-programmers' solutions to programming problems. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54(2), 237-264. doi:<https://doi.org/10.1006/ijhc.2000.0410>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York, NY, USA: Basic Books, Inc.
- Pinto-Llorente, A. M., Casillas-Martín, S., Cabezas-González, M., & García-Peñalvo, F. J. (2018). Building, coding and programming 3D models via a visual programming environment. *Quality & Quantity*, 52(6), 2455-2468. doi:<https://doi.org/10.1007/s11135-017-0509-4>
- Reina, M., & Reina, S. (2014). INFANTIC/TAC. Proyecto de alfabetización digital de alumn@s, familias y docentes. Recuperado de: <https://bit.ly/2WDRRHK>
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., et al. (1998). Digital manipulatives. In *Proceedings of the CHI '98 conference*, Los Angeles, April 1998. doi:<https://doi.org/10.1145/274644.274684>
- Resnick, M. (2007). All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition* (pp. 1-6). New York, USA: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/1254960.1254961>
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press. doi:<https://doi.org/10.7551/mitpress/11017.001.0001>
- Revelo-Sánchez, O., Collazos-Ordóñez, C. A., & Jiménez-Toledo, J. A. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. *Tecnológicas*, 21(41), 115-134. doi:<https://doi.org/10.22430/22565337.731>
- Román-González, M. (2016). Código alfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas. Tesis doctoral. UNED.
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250-264. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.030>
- Sociedad Científica de España (2018). MANIFIESTO SOBRE LA ENSEÑANZA PREUNIVERSITARIA DE LA INFORMÁTICA. Manifiesto elaborado en colaboración con la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática (CODDI). Disponible en: <https://bit.ly/2CMszIt>
- Segredo, E., Miranda, G., & León, C. (2017). Hacia la educación del futuro: El pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 33-58. doi: <https://doi.org/10.14201/eks2017182335>
- Sullivan, A., & 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>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2017). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 325-346. doi:<https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>
- Sullivan, A., Elkin, M., & Bers, M. U. (2015). KIBO robot demo: engaging young children in programming and engineering. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 418-421). New York, USA: ACM. doi:<https://doi.org/10.1145/2771839.2771868>
- Van Kleeck, A., & Schuele, C. M. (2010). Historical perspectives on literacy in early childhood. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 19(4), 341-355. doi:[https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2010/09-0038\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2010/09-0038))
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & 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. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. doi:<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zapata-Ros, M. (2019). Computational Thinking Unplugged. *Education in the Knowledge Society*, 20, 18. doi:10.14201/eks2019_20_a18

ANEXO 2

Review

Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review

Carina S. González-González ^{1,*} , María D. Guzmán-Franco ²  and Alfonso Infante-Moro ³

¹ Department of Computer Engineering and Systems, Faculty of Science, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, University of La Laguna, 38200 San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, Spain

² Department of Pedagogy, Faculty of Education, Psychology and Sports Sciences, Avda. Tres de Marzo s/n, University of Huelva, 21007 Huelva, Spain; maria.guzman@dedu.uhu.es

³ Department of Financial Economics, Accounting and Operations Management, Faculty of Business, Campus of «La Merced» Plaza de la Merced, 11, University of Huelva, 21002 Huelva, Spain; alfonso.infante@decd.uhu.es

* Correspondence: carina.gonzalez@ull.edu.es

Received: 20 February 2019; Accepted: 20 May 2019; Published: 22 May 2019



Abstract: This study reviews published scientific literature on the use of tangible technologies in childhood education, in order to (a) identify the what tangible technologies have been used, (b) recognize the educational purposes and uses these technologies of, and (c) present a synthesis of the available empirical evidence on its educational effectiveness. After systematically searching in WoS, 288 relevant articles were located and analyzed using the Science Mapping Analysis Software Tool from 1968 to 2018. Then, 29 relevant papers of the last five years were included in the review study. For each article, we analyze the purpose of the study, the type of tangible technology used, the research method applied, the sample characteristics and the main results observed. The articles reviewed suggest that the main tangible technology used in childhood education is the tablet and literacy (basic and emergent) is the area most studied with promising results.

Keywords: tangible technologies; childhood education; systematic Review

1. Introduction

Technologies are integrated into the daily lives of people and European households have mobile devices, tablets, game consoles, robots, etc. The ages of use of mobile devices are increasingly reduced, and young children are users of games and digital content. In Europe, 63% of families allow their children to play with mobile devices and think that they can favor the development of skills (58%) and improve the creativity of the youngest (47%) [1,2].

Research on child–computer interaction has sought to provide children with technology-mediated activities where communication and collaboration are not impeded [3,4]. The challenge for researchers is to move away from personal computing, a paradigm that a user sees by device, with little or no interaction with others. In recent years, researchers like Sherry Turkle [5] have sounded the alarm about how personal devices reduce face-to-face interactions (with family and other important daily interactions), due to the distracting effect caused by mobile phones and tablets in children and adults. The proliferation of mobile devices and their use by children of all ages has opened the debate in families and school environments. In this sense, educators, having overcome the conception of technology as a danger to their development, agree with the scientific community that a responsible, educational, creative, and supervised use of mobile devices can be highly beneficial for the playful opportunities that offer and their potential for the cognitive, social, and emotional development of young children [6].

The natural interfaces (NUI) are the most appropriate for the interaction of children because it allows the user to interact with a computer application without using traditional input devices (such as the keyboard, mouse, etc.), but this interaction is done through human or natural capabilities, such as voice, gestures with the hands, movements of the body and face. Among these types of natural interfaces we find tangible interfaces and gestural interfaces [7]. Besides, tangible technologies allow the interaction and manipulation of digital information through physical objects [2]. We found the following related terms; haptic (related with the sense of touch), tactile (perceptible by the sense of touch), and tangible (capable to be perceived by the sense of touch). As tangible technologies we can consider multitouch surfaces, smartphones, tablets, robots, and technologically-enhanced toys, among others [8]. Thus, tangible interfaces achieve a real direct and active manipulation of the digital object, not only of its behavior but of the meaning or representation of the world. Children played individually or collaboratively with manipulative physical objects (blocks, puzzles, jigsaws, etc.) to learn different skills, especially in Mathematics and in early childhood education [9]. According to Piaget's theory of development, direct manipulation of an object supports the development of thought in particular in young children. In addition, tangible technologies can increase the playful learning, engagement and reflection. Also, research has shown that children through tangible technologies can solve problems and manipulate symbolic information, expressing, reflecting, and exploring their own external representations. Some conceptual frameworks for the development of tangible technologies for learning have been created, such as the Child Tangible Interaction (CTI) [10] or the Tangible Learning Design Framework [11]. Embedding interactivity into physical objects, therefore, allows the "best of both worlds" – supporting traditional exploratory play with physical objects that can be extended and enhanced by the interactive power of digital technology. Then, tangible technologies bring promising opportunities for learning [12–15].

For this reason, in this paper we propose to analyze different tangible and gestural technologies for young children used in educational environments for the infantile stage.

The growing potential that tangible and gestural technologies have on the learning in childhood raises important questions for the field. Thus, this study conducts a systematic review to answer the following research questions.

- (1) What tangible technologies have been used in childhood education?
- (2) What has been the educational use of tangible technologies in childhood?
- (3) What pedagogical approach is behind of tangible technologies in childhood education?

This paper is organized as follows. First, we describe the method that we follow to do the systematic review, then the results of the review are presented, and finally, we provide concluding remarks on the main findings of this work.

2. Method

We followed a method proposed by Tsafnat [16] for systematic reviews. The method is divided into 3 main phases: preparation, appraisal, and synthesis (Table 1).

For the first analysis the inclusion/exclusion criteria are as follows.

- Quality: Articles peer-review and index (in the Web of Science (WoS): Articles were identified by searching in the Web of Science (WoS). The indexes included in the search were SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, and ESCI.
- Date: We decided to study from 1968 because the Dynabook [17] was created by Alan Kay: the first tablet for children. So, the studies selected in this study were published from 1968 to 2018.
- Language (English): Databases were filtered and limited by English language and peer reviewed journals.
- Research area: The first redefining included only the specific documents of the research area: Education & Educational Research.

- Type of documents: the type of the document selected was “articles”.
- Domain: The keywords used in the search were tangible interfaces, gestural interfaces, sensors, robotics, tablets, young children, infancy, and childhood.

For further refinement, we included in the date of search the articles published in the last 5 years (2013–2018). Additionally, we considered the domain relevant articles that (1) focused on the educational use of specific tangible technology in childhood (0–6 years) and (2) as relevance of papers, the article should be cited at least once. Articles were excluded if in the paper (1) the method was not mentioned and/or (2) it covered subjects were not related to childhood education.

The search originally produced a total of 1485 papers. After the first refining by research area the search obtained 288 papers. These papers have been analyzed with SciMAT [18] to find clusters of words (explained below).

The second refining in the search by the last 5 years and the articles without cites produce 47 registers. These papers were organized into Mendeley. After screened 47 abstracts, 18 papers were eliminated because not corresponding to childhood education (0–6 years old). At the end, 29 articles remained for review of final analysis. The full study selection method is presented in Table 1 and the results are shown in Tables 2 and 3.

Table 1. Description of systematic review method applied in this study.

Task	Description	Phase
1. Formulation of review question	Identification of tangible technologies, educational uses and main findings in childhood education	Preparation
2. Definition of the protocol	Method and tools (WoS/SciMat/Mendeley)	
3. Definition search strategy	Databases (WoS) and keywords	
4. Search	Find relevant citations (WoS)	
5. Clustering	Extract relevant terms and categories from documents (SciMat)	Appraisal
6. Refine and organize	Extract most relevant citations (WoS) and organize references (Mendeley)	
7. Abstracts	Screen abstracts, remove irrelevant references	
8. Full texts	Read full texts and extract data associated to the categories of analysis	
9. Data	Analysis and synthesis of extracted data	Synthesis
10. Review	Final report	

Regarding the SciMAT tool, the procedure was as follows; First of all, the raw data were downloaded from WoS as plain text and entered into SciMAT to build the knowledge base for further science mapping analysis; it contains the bibliographic information stored by WoS per each research document. Those words representing the same concept were grouped. Because some documents did not contain any keywords, a manual addition of descriptive keywords matching title words with keywords present in the knowledge base was carried out for completeness purposes. Furthermore, some meaningless keywords in this context, such as stop words or words with a very broad and general meaning were removed. The procedure of analysis in SciMAT is described step-by-step in Figure 1.

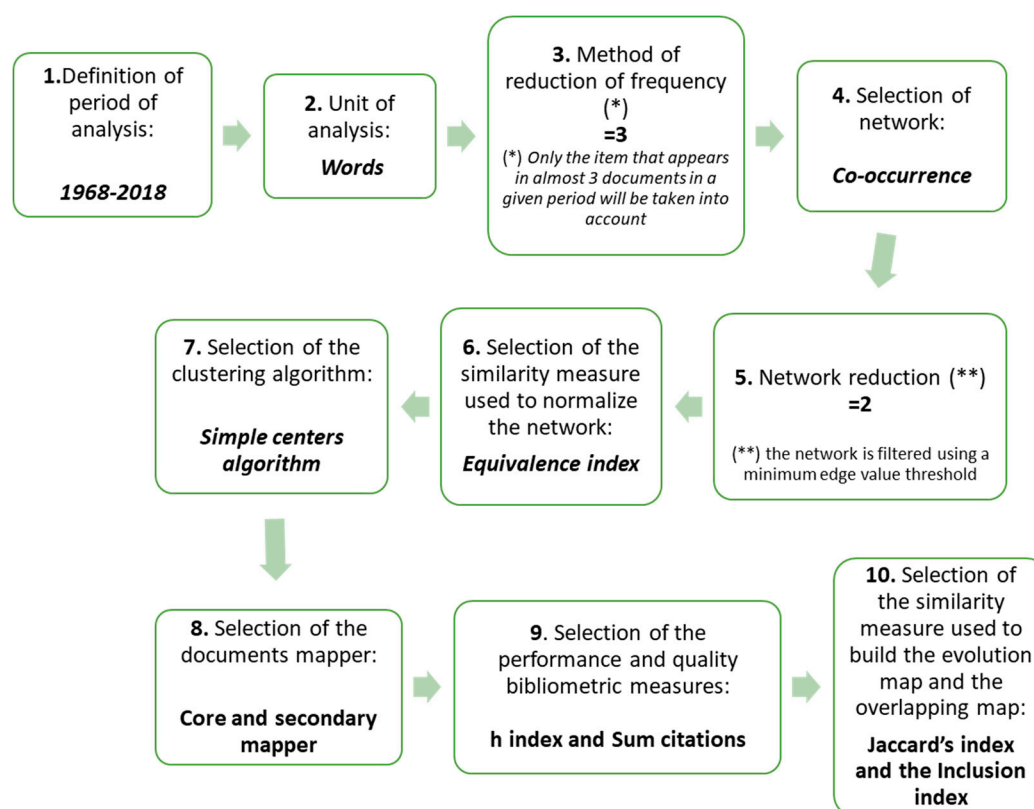


Figure 1. Procedure of analysis followed in SciMAT tool.

In the following section we describe the results that we obtained after the quantitative and qualitative analysis of the documents.

3. Results

In this section we present the results of two different analyses of the documents: (a) the quantitative analysis of 288 documents made in the Science Mapping Analysis Software Tool (SciMAT) and (b) the complete qualitative analysis of 29 documents.

3.1. Science Mapping Analysis (Clustering)

The number of documents analyzed in the SciMAT was 288 from 1968 to 2018 and corresponding to the tangible technologies of the research area education and educational research. The clusters found in the analysis were the following: digital technologies, coding, literacy, and pedagogical approach (Table 2).

Table 2. Clusters found in the SciMAT analysis.

Cluster ¹	Centrality	Centrality Range	Density	Density Range
Coding	24.88	0.25	46.81	1
Digital-Technologies	41.26	1	20.21	0.5
Literacy	38.76	0.75	38.07	0.75
Pedagogical Approach	35.06	0.5	11.55	0.25

¹ Unit of analysis = Words.

The strategic diagram of clusters (Figure 2) shows that “coding” is a highly developed and isolated theme and “literacy” is a motor theme. The “digital technologies” cluster is a central, basic, and transversal theme and the “pedagogical approach” is basic, transversal, emerging, or declining theme.



Figure 2. Strategic diagram of core documents (citations count) and meaning.

Figure 3 shows the keywords of a detected theme with its interconnections in a network graph named thematic network or clusters' network. Each thematic/cluster network is labeled using the most significant keyword (central theme). Several keywords are interconnected and the volume of spheres is proportional to the numbers of documents of each keyword, respectively, and the thickness of the link is proportional to the equivalence index. Analyzing the cluster networks of the core documents (Figure 3) we found the set of words most cited around each thematic. Regarding the "digital technologies" subject, the most cited words found in documents are technologies, tablet-computers, text, perspective, and collaboration. In the case of the thematic "coding", the keywords that composed its network are robotic, STEAM, computational thinking, school, and gender. On the thematic of "literacy", the words most cited were early-childhood, Ipad, mobile technologies, touch-screen tablets, and language. Around the "pedagogical approach" area we found the following keywords; game-based learning, special needs, classroom, and motivation.

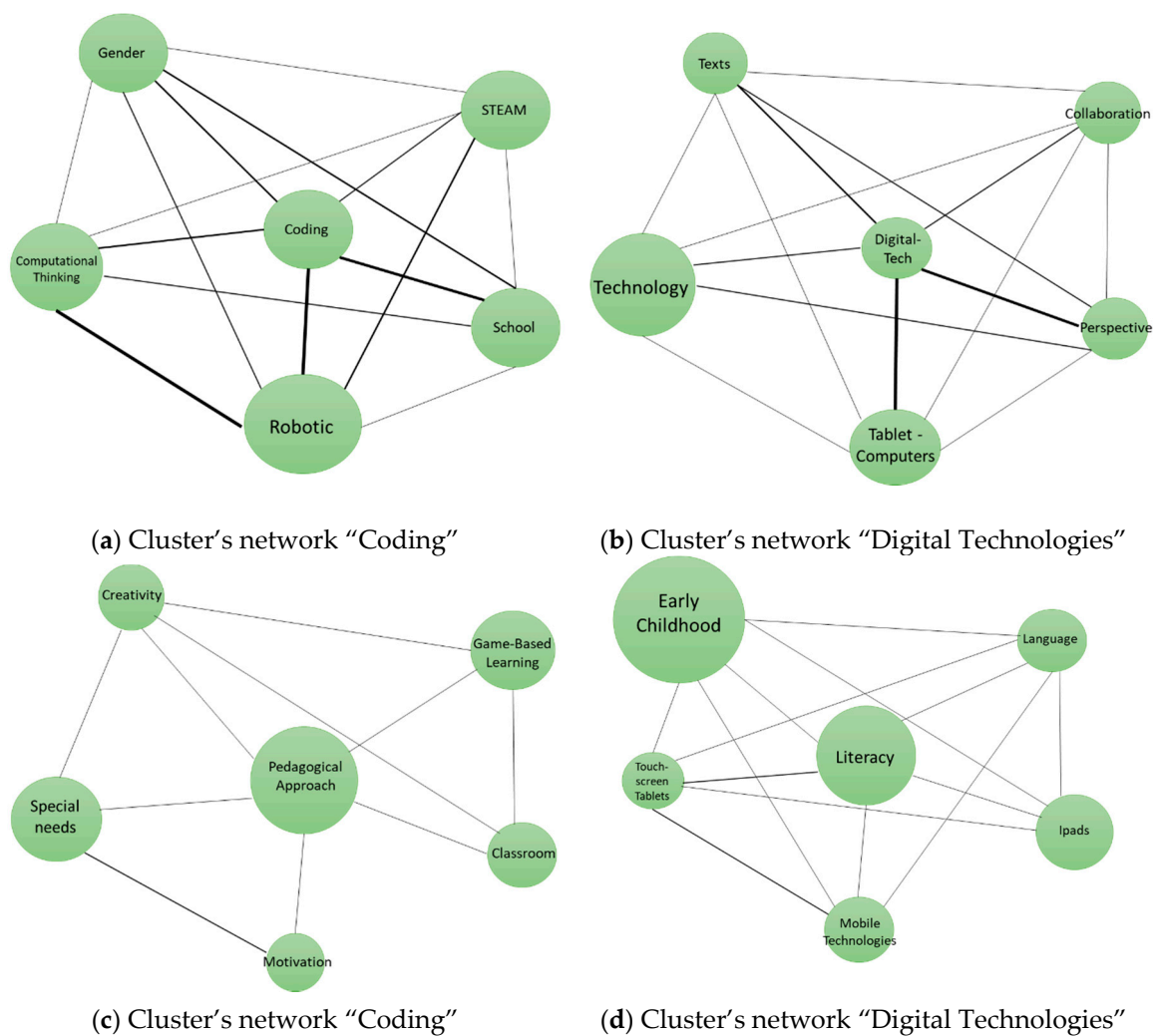


Figure 3. Cluster networks of core documents (sum citations).

3.2. Analysis of Documents

We refined the search by limiting the period of time to the last 5 years and excluding the noncited papers. Then, we organized the papers into Mendeley and screened the abstracts of 47 documents with the purpose to exclude papers not focused on childhood (0–6 years old). Finally, 29 papers were analyzed according to the purpose of the study, the type of technology used, the research method applied, the sample characteristics, and the results observed. Table 3 summarizes the documents analyzed in this section.

Table 3. Summary of documents analyzed in this study.

References	Technology	Sample	Research method
Cluster: Digital Technologies—Research Questions: 1			
[19] de la Guia, Lopez Camacho, Orozco-Barbosa Luis and Brea Lujan, Penichet, & Lozano Perez, 2016	IoT/wearable	Children: 15 Age: 7.33 (mean)	Survey/Observation
[20] Marsh, 2017	Tablets	Parents (2000) of children aged 0–5 years Children: Classroom/A case	Survey/Observation
[21] Gülay Ogelman, Güngör, Körükçü, & Erten Sarkaya, 2018	Television, portable computers, tablets and smartphones	162 children aged between 5 and 6 years old	Questionnaires
[22] Edwards et al., 2018	Tablets	Children: 70 aged between 4 and 5 years.	Pilot experimental study
[23] Mertala, 2016	Computers, tablets, cameras, television	Children: 103 aged 5–6 years old from 5 kindergartens.	Children’s drawings and tell conversation method (interviews)
Cluster: Coding—Research Questions: 2			
[24] Kanaki & Kalogiannakis, 2018	Smartphones	Children aged between 4–8 years old.	Observation
[25] Elkin, Sullivan, & Bers, 2016	Robots	Children: 64 aged 3–5 years old from 7 classrooms.	PTD/Observation
[6] Granic et al., 2014	Robots	Three teachers and 53 children aged between 4–6 years old.	Iterative testing, analysis, and refinement of an intervention
[26] Alhinty, 2015b	Tablets	22 children	Qualitative research (participant observation, focus groups, semistructured interviews and blogging)
Cluster: Literacy—Research Questions: 2			
[27] Lu, Ottenbreit-Leftwich, Ding, & Glazewski, 2017	Tablets	4 teachers	Observation and Interviews
[28] Neumann, 2018b	Tablets	Children: 48 aged 2–5 years	Pre–post-test randomized controlled study
[29] Reeves, Gunter, & Lacey, 2017	Tablets	Children: 28 (4–5 years old) from 2 pre-kindergarten classrooms	VPK Assessment, two groups (experimental and control) Florida Department of Education assessment (FLDOE).
[30] Neumann, Finger, & Neumann, 2017	E-books and digital games	-	Literature review

Table 3. Cont.

References	Technology	Sample	Research method
[31] Kervin, 2016	Tablets	6 families (12 parents and 7 preschooler children)	Qualitative (semistructured interviews and observations)
[32] Neumann & Neumann, 2017	Tablets	-	Literature review
[33] Patchan & Puranik, 2016	Tablets	54 preschool children (aged 41–65 months) in 21 small groups	Two individual assessments: letter naming and letter writing
[34] Schacter et al., 2016	Tablets	Children = 100	Randomized controlled trial
[35] Miller & Warschauer, 2014	Tablets	-	Literature review
[36] Neumann, 2016	Tablets	57 children aged between 2–4 years old.	Emergent literacy assessment
[9] Neumann, 2014	Tablets	Parents 109 Children 3–5 years old	Assessment of children in their preschool and a home questionnaire for parents.
[37] Dunn, Gray, Moffett, & Mitchell, 2018	Tablets	6 children of 5 schools	Focus group
Cluster: Pedagogical Approach. Research Questions: 3			
[38] Kucirkova, 2017	Tablets	3 Teachers	Codesign
[1] Blackwell, Lauricella, & Wartella, 2016b	Tablets	411 preschool educators serving 3–5-year-olds in school-based, center-based, and Head Start preschool programs	Survey
[9] Neumann, 2014	Tablets	55 parents of children (Mena = 3.49 years)	Observation/Video recording/Questionnaire
Cluster: Other. Research Questions: 1, 2, 3			
[39] Sullivan & Bers, 2016b	Robots	45 children (4–7 years old)	Qualitative interviews (pre–post), Solve-its
[40] Moore & Adair, 2015	Tablets	Pre-kindergarteners and preservice teachers in early childhood education coursework	Qualitative (Observation)
[41] Arnott, Grogan, & Duncan, 2016	Tablets	Children aged 3–5 years old	Video diaries/Observation
[42] Fleer, 2014	Tablets	25 children, range of 3.3 to 4.4; mean of 3.8 years.	Video observation
[43] Price, Jewitt, & Crescenzi, 2015	Tablets	11 children of 4 years old	Video observation

We grouped the references in four categories according to the previously found clusters: digital technologies, coding, literacy, and pedagogical approach. Also, each category is related to the research questions of this study. Thus, the cluster about digital technologies answers RQ1, the clusters coding and literacy answers RQ2, and the cluster on the pedagogical approach answers RQ3. We added the category “other” for those analyzed documents that focus on other relevant research topics on tangible technologies in childhood education. In the following we describe the references analyzed by category.

3.2.1. Digital Technologies

The study found different digital technologies used in early childhood education such as IoT devices and wearables, tablets, and robots. Some authors [19] studied the impact and benefits of using IoT/wearable technologies the teaching process. The method applied in the work was experimental (observation/survey) with 15 children with a mean age of 7.33. The children are more easily motivated in IoT environments and with wearables than playing around a tablet. They concluded that data captured by the wearable and IoT devices can be an invaluable source of information to the instructors.

The role and nature of play in young children’s use of toys that connect physical and digital domains has been studied by Marsh [20]. The types of technology used were mainly tablets and apps. The method followed was a survey and direct observation. The survey was carried out with 2000 parents of children aged 0–5, and they studied a classroom and a single case conducted a direct observation. They found that young children’s play increasingly connects digital and nondigital domains and children play connected digital and nondigital components in complex ways. Also, they found that physical and digital domains and the inorganic objects embedded in the electronic toy and the related app were an important element of play. Other research [21] determined the predictive effect of technology use durations of 5–6-year-old children on their social skill levels and social status. The types of technologies studied were television, portable computers, tablets and smartphones. They applied different questionnaires (‘Determination of Use of Technology by Children–Parent Form’, the ‘Social Skills Evaluation Scale’, ‘The Picture Sociometry Scale’, and ‘The Personal Information Form’) to parents of 162 children aged 5 and 6 years. The main findings of this study include that the use of mobile technologies had no predictive effect on the social skill level, whereas, some mobile devices have predictive effects on the social preference and social impact.

Other researchers [22] identified young children’s internet cognition and consequent levels of cyber safety awareness. The technologies analyzed by this study were tablets. They conducted a pilot study as a randomized trial to two groups (experimental and control) formed by 48 children in the intervention group and 22 children in the control group ($n = 70$) and aged between four and five years. The main contribution of this study were that everyday concepts likely to form the basis of young children’s thinking about the internet as a platform for cyber safety education in the early years.

Mertala [23] conducted a study about the ideas and wishes of children about using digital media and games in preschool. The types of digital technologies studied were computers, tablets, cameras, and television. The method followed in the study included children’s drawings and the tell conversation method (interviews). The sample was formed by 103 children aged 5–6 years old from five kindergartens. As main results of this work, they found that the 83 % of the children expressed a desire to play digital games in preschool and making games with children is an efficient method for practicing critical game literacy. Also, early childhood educators have reported digital cameras as being motivational and easy to use tools for children and tablets are now mostly used for playing games in preschool and in homes.

3.2.2. Coding

In this section we describe the found articles regarding with coding in early childhood education. A research [24] studied the teaching basic object-oriented concepts, coding, and computational thinking using smartphones. They used the observational method. The sample was formed by children aged

between 4 and 8 years old. They concluded that it is possible to introduce object oriented programming concepts into a game-based learning environment in early years.

Other article about coding was presented by Elkin, Sullivan & Bers [25]. They established the foundational programming concepts using the Robot (KIBO) and the Positive Developmental Technology framework. In the study they observed 64 children aged 3–5 years old from seven classrooms. They concluded that children as young as age 3 could create syntactically correct programs for the KIBO robot, although older preschoolers (closer to age 5) performed better than younger preschoolers on a standardized programming task.

In this sense, other related paper was developed by Bers [44] about the teaching and learning of computational thinking with TangibleK curriculum using robots. The method followed was the iterative testing, analysis, and refinement of an educational intervention conducted with three teachers and 53 children, aged between 4 and 6 years old. The conclusion was that robotic manipulatives allow children to develop fine motor skills and hand–eye coordination while also engaging in collaboration and teamwork. Because the tangible programs and robots exist off-screen, children are drawn to investigate the work of other children, work collaboratively, and negotiate sharing materials, as well as develop their fine motor skills. Children actively engage in problem-solving and learn powerful ideas from computer science and robotics, including core concepts of computational thinking.

3.2.3. Literacy

Several articles have analyzed the literacy using technologies in early childhood. An article [27] studied basic literacy skills as well as the teacher's practices and the technology integration of classrooms using tablets (Ipad). They carried out direct observations in classrooms and interviewed four teachers. They found that developmentally appropriate approaches engaged students in child-centered digital production projects.

Other study was carried out by Neumann [9] on emerging literacy skills using tablets. They developed a re-post-test randomized controlled study with 48 children aged 2–5 years. Main conclusion of this work is that tablets can positively support letter name and sound learning and aspects of emergent writing development. Other work [29] studied emergent literacy and early math skills with a group of pre-K students using tablets. Main goals of the study included the use of mobile technology to enhance instruction, use informal feedback from students to guide app selection, and determination of how interactive mobile learning affected academic achievement. They applied the VPK Assessment to two groups (experimental and control) and FLDOE to 28 children (4–5 years old) from two pre-kindergarten classrooms. They found that students can benefit from targeted instruction in the four skill areas assessed in the study (i.e., print knowledge, phonological awareness, mathematics, and oral language) during the pre-K year. They also concluded that mobile learning using informal feedback to guide instruction significantly increased students' phonological awareness and mathematics skills. However, mobile learning using informal feedback from students had no significant effect on students' oral language and their vocabulary skills.

Other researchers, studied the role that digital experiences play in emergent literacy development e-books and digital games [30]. They conducted a literature review about digital texts such as e-books, and concluded that these technologies can foster emergent literacy skills, but the benefits of e-books may be dependent on its quality.

A research [31] studied basic literacy skills and the role 'digital play' in pedagogical interactions using tablets. The researcher conducted a qualitative (semistructured interviews and observations) study with six families (12 parents and 7sevenpreschooler children). Main conclusions included that digital play can be playful and support creativity, encourage exploration and activate real-world connections. Also, mobile and multitouch screens of tablet technologies have changed the way the youngest children interact with images, sounds and ideas.

Other paper [32] studied tablets and emergent literacy in young children at the home and at preschool classrooms. They conducted a literature review founding that tablets have the potential to foster emergent writing and letter knowledge.

Patchan & Puranik [33] studied how technology could support young children's emergent writing skills, in particular tablets. They conducted two individual assessments: letter naming and letter writing with 54 preschool children (ages 41–65 months) in 21 small groups. They found that tablets helped students to improve writing, reading, and math abilities. An enhanced tactile experience was more beneficial for learning to write on a tablet computer than increasing the similarity between the practice tasks and the transfer task.

A research [34] tested a tablet intervention designed to improve at-risk preschoolers' mathematics performance (Math Shelf). A randomized controlled trial was carried out with 100 children divided into experimental and control groups. Students experimental group performed statistically significantly better (Cohen's $d = 0.57$) than comparison students (control group) at posttest.

Miller & Warschauer [35] studied e-reading using tablets through a literature review. They found that shared-reading interventions can improve oral language and print knowledge of young children. Neumann [36] analyzed the preschoolers' home use of tablets and emergent literacy (writing and reading). Children completed an emergent literacy assessment (print concepts, letter name and sound knowledge, numeral name knowledge, letter writing, and initial phoneme retrieval) at the child's childcare center. Parents completed a home questionnaire about family demographics and home literacy and tablet activities. Fifty-seven children aged between 2 and 4 years old. Positive association found between access to apps and print knowledge. Positive association found between writing with tablets and print and sound knowledge. Tablet writing may be a key activity for early literacy learning.

Neumann [9] conducted a study about the home access and use of tablets for emergent literacy skills (letter name and sound, numeral identification, print concepts and name writing). They assessed 109 children aged between 3 and 5 years old in their preschool and conducted a home questionnaire for parents. No relationships were found between time on tablets and emergent literacy skills. Most parents (69%) reported that tablets were easy for their child to operate and believed tablets support early literacy development (70%). Fifty-three percent believed children should have access to tablets at preschool.

A research [37] studied the impact of tablets upon literacy and numeracy, as well other areas of the curriculum. A focus group was conducted with six children of five schools. They found potential conflict from sharing devices. The majority of children expressed a preference for collaborative use. Also, children described literacy activities (such as letter recognition and writing) and numeracy activities (such as matching and ordering) as games.

3.2.4. Pedagogical Approach

Regarding the pedagogical approaches, we found in the literature reviewed the followings: Constructionism [44], ADDIE [24], TPACK [38], Self-Determination Theory [45], Positive Technological Development [25,39,45,46], Theory of Mobile Learning [45], and Game-based Learning [24]. Also, Kucirkova [38] proposed guidelines for designing educational apps for Ipad. The researcher carried out a codesign workshop with three teachers. Then, a framework "Research, Practice and Design framework" (iRPD) with key principles for designing educational iPad apps was proposed. Other authors [38] studied the influence of TPACK contextual factors on early childhood educators for tablet use. A survey was conducted with 411 preschool educators serving 3–5-year-olds in school-based, center-based, and head start preschool programs. Main findings were that teachers use different types of apps (literacy, STEM, and general apps) and their attitudes toward the value of technology to aid children's learning are critical to understanding how teachers incorporate tablets into the learning environment. Neumann [47] studied the types of scaffolding behaviors (cognitive, affective, and technical scaffolding) provided by parents during joint tablet activities related to child age and home use. The researcher applied observation and video recording of activities and a questionnaire

to fifty-five parent–child pairs (mean child age = 3.49 years). The main conclusion was that younger children require more scaffolding by parents.

An article [45] studied the educational and motivational affordances of tablets apps in 22 children for the teaching and learning of English as foreign language using an exploratory qualitative case study design. The research focused into the study of motivation using the Self-determination theory. The findings indicate that the technological affordances of tablets and their capacity to mediate and encourage social interaction and collaborative learning motivate children to use tablets to learn English both in classroom settings and beyond.

3.2.5. Other Findings

Despite the clusters analyzed previously, in the documents [39–43] we found other important results. Sullivan & Bers [39] studied gender and early childhood technology interventions using robots. They conducted a qualitative research based in interviews (pre–post) and a rubric (Solve-its) with 45 children of 4–7 years old. They found young children were beginning to form opinions about which technologies and tools would be better suited for boys and girls. No significant differences between boys and girls on the robotics and simple programming tasks were found. Boys performed significantly better than girls on the advanced programming tasks such as, using repeat loops with sensor parameters.

Moore & Adair [40] conducted a qualitative research to analyze social interactions using tablets. The sample was formed by pre-kindergarteners and preservice teachers in early childhood education coursework. They found a variety of spatial arrangements and management of children's engagement with tablets (i.e., some teachers used timers and waiting lists to regulate the amount of time children spent working with digital tools).

Other researchers [41] studied the development of creativity with children aged 3–5 years old using tablets. They analyzed video diaries and observation of the children using tables. Main findings included the tablet offered a mechanism to allow children to articulate their creative play.

Fleer [42] analyzed the relations between play and learning with digital tablets through the video observation of 25 children, aged between 3.3 to 4.4 (mean of 3.8 years). The study found a new kind of relation between play and learning: tablet activity can be conceptualized as consistent and iterative microgenetic movements within a concrete activity setting.

Another authors [43] studied touch interactions (the use of hands and fingers for touching tablets) through video observation of children in a free finger painting activity and coloring in both paper and digital environments. Interactions of eleven children of four years old were analyzed. They found differential benefits and limitations of the use of tablets (or touch screen technologies) in preschool learning contexts, and overall seem to suggest that these technologies should be used as a complement to other activities, without lessening a prioritizing of messy, sensory experiences, such as physical painting, at this stage of child development. And, it seems that the tablet facilitates important mark making activity in preschool children. Also, they found more index finger interaction.

4. Conclusions

In this paper we present a systematic review about tangible technologies in childhood education following the method proposed by Tsafnat [16]. After the automatic analysis of 1485 papers with Science Mapping Analysis Software Tool (SciMAT) and a complete analysis of 29 articles we now address the research questions of this work.

RQ1: What tangible technologies have been used in childhood education? If we observe the clustering, the cluster on digital technologies is direct related with RQ1. The most cited words found linked to this cluster were technologies, tablet computers, text, perspective, and collaboration. As we can see, this type of analysis does not tell us so much about the type of technologies used in childhood education. However, in the analysis of documents we found that the tangible technologies used in kindergarten were tablets (in particular Ipad), smartphones, robots, portable computers,

television, cameras, IoT, and wearables; Regarding the software, the most used were apps, e-books and digital games.

RQ2: What has been the educational use of tangible technologies in childhood? We observe in the clustering that coding is an important area of work in the childhood education, and around it the research is about gender, STEAM, and computational thinking in schools. Additionally, the analysis of documents reaffirms this finding, observing that children using manipulative robots, tablets and smartphones can learn to code, while they are developing fine motor skills, hand-eye coordination, and collaboration, among other skills.

The other main educational use of tangible technologies found through clustering was “literacy”. From the words around this cluster (early-childhood, Ipad, mobile technologies, touch-screen tablets and language), only “language” refers to an educational use of tangible technologies. However, in the analysis of documents we found that the tablets helped students to improve writing, reading, and math abilities, and apps, e-books and games has been used as digital tools.

RQ3: What pedagogical approach is behind tangible technologies in childhood education? We found in the clustering the following keywords around pedagogical approach: game-based learning, special needs, classroom, and motivation. However, in the analysis of documents we found several pedagogical approaches and frameworks used in childhood education with tangible technologies: Constructionism, ADDIE, TPACK, Self-Determination Theory, Positive Technological Development, Theory of Mobile Learning, and Game-based Learning. These set of principles has been used in the designing of educational apps by designers, for designing educational activities by teachers or to support scaffolding by parents in home use of educational technologies.

Besides, other research topics related to tangible technologies and childhood education that have been found in this review include gender and early childhood interventions, social interactions, creativity, relation of play and learning, and sensory experiences (uses of hands and fingers for touching).

Finally, note that the results presented in this paper shows the current trends in tangible technologies and childhood education, but, with some limitations, due to the exclusion of papers written in other languages different of English and/or published in journals and conferences not including in the WoS.

Author Contributions: C.S.G.-G.: Conceptualization, Methodology, Formal Analysis, Data Curation, and Writing—Original Draft Preparation. M.D.G.-F. and A.I.-M.: Supervision.

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References

1. Blackwell, C.K.; Lauricella, A.R.; Wartella, E. The influence of TPACK contextual factors on early childhood educators’ tablet computer use. *Comput. Educ.* **2016**, *98*, 57–69. [CrossRef]
2. Ishii, H.; Ullmer, B. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. 1997. Available online: <http://gtubicomp2013.pbworks.com/w/file/65131525/ishii-tangible-bits-chi1997.pdf> (accessed on 22 May 2019).
3. Read, J.C.; Markopoulos, P.; Parés, N.; Hourcade, J.P.; Antle, A.N. Child computer interaction. In Proceedings of the Twenty-Sixth Annual CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI ’08), Florence, Italy, 5–10 April; ACM Press: New York, NY, USA, 2008; p. 2419.
4. Hourcade, J.P. Child-Computer Interaction. 2015. Available online: <http://homepage.cs.uiowa.edu/~jhourcade/book/child-computer-interaction-first-edition.pdf> (accessed on 22 May 2019).
5. Turkle, S. *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*; Basic Books: New York, NY, USA, 2017; ISBN 9780465093656.
6. Granic, I.; Lobel, A.; Engels, R.C. The benefits of playing video games. *Am. Psychol.* **2014**, *69*, 66–78. [CrossRef] [PubMed]

7. Zuckerman, O.; Arida, S.; Resnick, M. Extending tangible interfaces for education. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '05), Portland, OR, USA, 2–7 April 2005; ACM Press: New York, NY, USA, 2005; p. 859.
8. Nácher-Soler, V.E.; García Sanjuan, F.; Jaén Martínez, F.J. Game Technologies for Kindergarten Instruction: Experiences and Future Challenges. In Proceedings of the II Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego (CoSECVi 2015), Barcelona, Spain, 24 June 2015.
9. Neumann, M.M. An examination of touch screen tablets and emergent literacy in Australian pre-school children. *Aust. J. Educ.* **2014**, *58*, 109–122. [\[CrossRef\]](#)
10. Antle, A.N. The CTI framework. In Proceedings of the 1st International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI '07), Baton Rouge, LA, USA, 15–17 February 2007; ACM Press: New York, NY, USA, 2007; p. 195.
11. Antle, A.N.; Wise, A.F. Getting Down to Details: Using Theories of Cognition and Learning to Inform Tangible User Interface Design. *Interact. Comput.* **2013**, *25*, 1–20. [\[CrossRef\]](#)
12. Markova, M.S.; Wilson, S.; Stumpf, S. Tangible User Interfaces for Learning; 2012. Available online: <http://openaccess.city.ac.uk/4353/> (accessed on 22 May 2019).
13. Marshall, P. Do tangible interfaces enhance learning? In Proceedings of the 1st International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI '07), Baton Rouge, LA, USA, 15–17 February 2007; ACM Press: New York, NY, USA; p. 163.
14. Papert, S. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*; Basic Books: New York, NY, USA, 1980; ISBN 0465046274.
15. Read, J.C.; Bekker, M.M. The nature of child computer interaction. In Proceedings of the 25th BCS Conference Human Computer Interaction, Newcastle Upon Tyne, UK, 4–8 July 2011; pp. 163–170.
16. Tsafnat, G.; Glasziou, P.; Choong, M.K.; Dunn, A.; Galgani, F.; Coiera, E. Systematic review automation technologies. *Syst. Rev.* **2014**, *3*, 74. [\[CrossRef\]](#)
17. Kay, A. Review: Dynabooks: Past, Present, and Future. *Libr. Q. Inf. Community Policy* **2000**, *70*, 385–395.
18. Martínez, M.A.; Cobo, M.J.; Herrera, M.; Herrera-Viedma, E. Analyzing the Scientific Evolution of Social Work Using Science Mapping. *Res. Soc. Work Pract.* **2015**, *25*, 257–277. [\[CrossRef\]](#)
19. de la Guía, E.; Camacho, V.L.; Orozco-Barbosa, L.; Luján, V.M.; Penichet, V.M.; Pérez, M.L. Introducing IoT and Wearable Technologies into Task-Based Language Learning for Young Children. *IEEE Trans. Learn. Technol.* **2016**, *9*, 366–378. [\[CrossRef\]](#)
20. Marsh, J. The Internet of Toys: A Posthuman and Multimodal Analysis of ConnectedPlay. *Teach. Coll. Rec.* **2017**, *119*, 120305.
21. Gülay Ogelman, H.; Güngör, H.; Körükçü, Ö.; Erten Sarkaya, H. Examination of the relationship between technology use of 5–6 year-old children and their social skills and social status. *Early Child Dev. Care* **2018**, *188*, 168–182. [\[CrossRef\]](#)
22. Edwards, S.; Nolan, A.; Henderson, M.; Mantilla, A.; Plowman, L.; Skouteris, H. Young children's everyday concepts of the internet: A platform for cyber-safety education in the early years. *Br. J. Educ. Technol.* **2018**, *49*, 45–55. [\[CrossRef\]](#)
23. Mertala, P. Fun and games—Finnish children's ideas for the use of digital media in preschool. *Nord. J. Digit. Lit.* **2016**, *11*, 207–226. [\[CrossRef\]](#)
24. Kanaki, K.; Kalogiannakis, M. Introducing fundamental object-oriented programming concepts in preschool education within the context of physical science courses. *Educ. Inf. Technol.* **2018**, *23*, 2673–2698. [\[CrossRef\]](#)
25. Elkin, M.; Sullivan, A.; Bers, M.U. Programming with the KIBO Robotics Kit in Preschool Classrooms. *Comput. Sch.* **2016**, *33*, 169–186. [\[CrossRef\]](#)
26. Alhinty, M. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*; Kassel University Press: Kassel, Germany, 2015; Volume 10.
27. Lu, Y.-H.; Ottenbreit-Leftwich, A.T.; Ding, A.-C.; Glazewski, K. Experienced iPad-Using Early Childhood Teachers: Practices in the One-to-One iPad Classroom. *Comput. Sch.* **2017**, *34*, 9–23. [\[CrossRef\]](#)
28. Neumann, M.M. Using tablets and apps to enhance emergent literacy skills in young children. *Early Child. Res. Q.* **2018**, *42*, 239–246. [\[CrossRef\]](#)
29. Reeves, J.L.; Gunter, G.A.; Lacey, C. Mobile Learning in Pre-Kindergarten: Using Student Feedback to Inform Practice. *Educ. Technol. Soc.* **2017**, *20*, 37–44.

30. Neumann, M.M.; Finger, G.; Neumann, D.L. A Conceptual Framework for Emergent Digital Literacy. *Early Child. Educ. J.* **2017**, *45*, 471–479. [\[CrossRef\]](#)
31. Kervin, L. Powerful and playful literacy learning with digital technologies. *Aust. J. Lang. Lit.* **2016**, *39*, 64–73.
32. Neumann, M.M.; Neumann, D.L. The use of touch-screen tablets at home and pre-school to foster emergent literacy. *J. Early Child. Lit.* **2017**, *17*, 203–220. [\[CrossRef\]](#)
33. Patchan, M.M.; Puranik, C.S. Using tablet computers to teach preschool children to write letters: Exploring the impact of extrinsic and intrinsic feedback. *Comput. Educ.* **2016**, *102*, 128–137. [\[CrossRef\]](#)
34. Schacter, J.; Shih, J.; Allen, C.M.; DeVaul, L.; Adkins, A.B.; Ito, T.; Jo, B. Math Shelf: A Randomized Trial of a Prekindergarten Tablet Number Sense Curriculum. *Early Educ. Dev.* **2016**, *27*, 74–88. [\[CrossRef\]](#)
35. Miller, E.B.; Warschauer, M. Young children and e-reading: Research to date and questions for the future. *Learn. Media Technol.* **2014**, *39*, 283–305. [\[CrossRef\]](#)
36. Neumann, M.M. Young children's use of touch screen tablets for writing and reading at home: Relationships with emergent literacy. *Comput. Educ.* **2016**, *97*, 61–68. [\[CrossRef\]](#)
37. Dunn, J.; Gray, C.; Moffett, P.; Mitchell, D. 'It's more fun than doing work': Children's perspectives on using tablet computers in the early years of school. *Early Child Dev. Care* **2018**, *188*, 819–831. [\[CrossRef\]](#)
38. Kucirkova, N. IRPDA framework for guiding design-based research for iPad apps. *Br. J. Educ. Technol.* **2017**, *48*, 598–610. [\[CrossRef\]](#)
39. Sullivan, A.; Bers, M.U. Girls, Boys, and Bots: Gender Differences in Young Children's Performance on Robotics and Programming Tasks. *J. Inf. Technol. Educ. Pract.* **2016**, *15*, 145–165. [\[CrossRef\]](#)
40. Moore, H.C.; Adair, J.K. "I'm Just Playing iPad": Comparing Prekindergarten's and Preservice Teachers' Social Interactions While Using Tablets for Learning. *J. Early Child. Teach. Educ.* **2015**, *36*, 362–378. [\[CrossRef\]](#)
41. Arnott, L.; Grogan, D.; Duncan, P. Lessons from using iPads to understand young children's creativity. *Contemp. Issues Early Child.* **2016**, *17*, 157–173. [\[CrossRef\]](#)
42. Fler, M. The demands and motives afforded through digital play in early childhood activity settings. *Learn. Cult. Soc. Interact.* **2014**, *3*, 202–209. [\[CrossRef\]](#)
43. Price, S.; Jewitt, C.; Crescenzi, L. The role of iPads in pre-school children's mark making development. *Comput. Educ.* **2015**, *87*, 131–141. [\[CrossRef\]](#)
44. Bers, M.U.; Flannery, L.; Kazakoff, E.R.; Sullivan, A. Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Comput. Educ.* **2014**, *72*, 145–157. [\[CrossRef\]](#)
45. Alhinty, M. English-Language Learning at their Fingertips: How Can Teachers Use Tablets to Teach EFL Children? *Int. J. Mob. Blended Learn.* **2015**, *7*, 45–63. [\[CrossRef\]](#)
46. Bers, M.U.; González-González, C.; Armas-Torres, M.B. Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Comput. Educ.* **2019**, *138*, 130–145. [\[CrossRef\]](#)
47. Neumann, M.M. Parent scaffolding of young children's use of touch screen tablets. *Early Child Dev. Care* **2018**, *188*, 1652–1662. [\[CrossRef\]](#)



ANEXO 3

ANEXO 4

Article

Computational Thinking and Down Syndrome: An Exploratory Study Using the KIBO Robot [†]

Carina S. González-González ^{1,*}, Erika Herrera-González ¹, Lorenzo Moreno-Ruiz ^{1,2},
Nuria Reyes-Alonso ², Selene Hernández-Morales ², María D. Guzmán-Franco ³ and
Alfonso Infante-Moro ⁴

¹ Department of Computer Engineering and Systems, Faculty of Science, Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, University of La Laguna, 38200 San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, Spain; alu0100604603@ull.edu.es (E.H.-G.); lmoreno@ull.edu.es (L.M.-R.)

² Asociación Tinerfeña de Trisómicos 21, Tenerife Down Association, 38204 La Laguna, Tenerife, Spain; nuria1701@hotmail.com (N.R.-A.); fisiodarias@gmail.com (S.H.-M.)

³ Department of Pedagogy, Faculty of Education, Psychology and Sports Sciences, Avda. Tres de Marzo s/n, University of Huelva, 21007 Huelva, Spain; maria.guzman@dedu.uhu.es

⁴ Department of Financial Economics, Accounting and Operations Management, Faculty of Business, Campus of «La Merced» Plaza de la Merced, 11, University of Huelva, 21002 Huelva, Spain; alfonso.infante@decd.uhu.es

* Correspondence: carina.gonzalez@ull.edu.es

[†] This paper is an extended version of our paper published in the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality—TEEM'18, Salamanca, Spain, 24–26 October 2018.

Received: 8 March 2019; Accepted: 18 June 2019; Published: 20 June 2019



Abstract: Computational thinking and coding are key competencies in the 21st century. People with Down syndrome need to be part of this new literacy. For this reason, in this work, we present an exploratory study carried out with students with Down syndrome with cognitive ages of 3–6 years old using a tangible robot. We applied the observational method during the sessions to analyze the participants' emotional states, engagement, and comprehension of the programming sequences. Results show that people with cognitive disabilities can acquire basic programming and computational skills using tangible robots such as KIBO.

Keywords: computational thinking; coding; programming; robotics; Down syndrome

1. Introduction

Programming is seen as a key skill in the 21st century and a new literacy [1–4]. In the same way that, in past centuries, it was necessary for citizens to learn to write, in the 21st century it is necessary that citizens learn to code or program to be digital producers of information, not just digital consumers of it [5]. In this regard, the European Digital Agenda considers that “coding is today's literacy and helps to practice 21st century skills, such as problem solving, teamwork and analytical thinking” [6]. In addition, the European Digital Agenda deems the acquisition of digital competences essential to sustain economic development and competitiveness [6].

As a result, the term “computational thinking” has recently gained interest in the academic world, although its beginnings date back to the 1960's, with S. Papert and his constructionist approach to the LOGO programming language, which allowed students to create their own problem solving processes [7,8]. Janet Wing [9] recuperated the concept of computational thinking and defined it as a mixture between different forms of thought for solving problems (engineering, mathematical, scientific) through formal abstraction and a real and everyday world approach. Thus, Wing defined computational thinking as “solving problems, designing systems, and understanding human behavior

using the fundamental concepts of computing” [9]. The interest in this term continues to grow, as does the number of initiatives to promote its effective introduction in schools [10–14].

Coding, programming, and computational thinking constitute a way for people to express and share their ideas [15]. In this sense, these skills can be integrated into almost any class activity, with or without technology, as a new literacy and a new way of thinking, integrated with other parts of the curriculum.

Furthermore, educational robotics is a didactic approach that can be integrated into different educational environments [16]. This integration can be done through the use of programmable robotic devices and the application of project-based learning methodologies. The acquisition knowledge process can be improved through research and experimentation [17]. Robots can be used as physical tools for the development of cognitive skills through play, creativity, and the resolution of challenges [8]. Interaction with robots occurs physically when children manipulate the tool itself, play with it, and observe its movements [18]. Robots have appealing features and functions for children that able to maintain children’s attention for a longer period of time, improving their performance, their ability to concentrate, and their cognitive flexibility, but it has also been found that a robot alone is not motivational enough [19]. The motivation for the use of the tool emerges from the activity, the problem or challenge to be solved, or from the story that the children represent using the robot [20]. For example, converting a robot into a character with a mission to fulfill or a role to embody engages children in different types of activities, offering them the opportunity to explore the possibilities of the environment [21].

If the motivation for children to use a robotic tool is born of the challenge to achieve, it is possible to take advantage of this great opportunity to create learning environments and situations with clear curricular objectives, through which children feel strongly attracted and committed, encouraging their curiosity, creativity, and active participation, and in which they have an opportunity to build their own learning, enriching the experience while gaining digital and computational skills [4]. Furthermore, robots can also be very helpful in the teaching-learning of programming and computational thinking at a young age [22].

As we mentioned above, coding, programming, and computational thinking constitute a new literacy, and it is essential to start integrating computer literacy for all citizens, including those with special needs, such as people with Down syndrome (DS) [23,24]. Just as past people with DS started to learn mathematics [25,26], nowadays it is time to start teaching them the same computational skills as the rest of 21st century society. Some of the primary skills that can be achieved by working with robotics include problem solving, reasoning, and planning. People with DS have the same learning goals as other students, the difference being that they are slower to learn and need more individualized and personalized teaching [25]. For this reason, it is necessary to adopt pedagogical practices and resources that allow us to address and develop their skills based on their individual goals and capacities [27].

According to Nadel [23], Down syndrome is caused by a genetic alteration in people who have 47 chromosomes instead of the usual 46 (trisomy on chromosome 21). Brain digenesis is responsible for intellectual disability, which influences their ability to emit and articulate words.

Every person with Down syndrome is unique, so each person with DS can exhibit different learning characteristics to varying degrees. Thus, every situation and every student is different, but there is extensive, well-documented evidence on teaching approaches that have a positive impact on learning for students with Down syndrome [28]. We thus need to consider the needs and learning styles of each person with DS [29], taking into account an overall perspective of the individual, attending to their personal, social, and family needs [30,31]. It is also necessary to determine the specific cognitive characteristics of students with DS, which according to Martos-Crespo [29] are the following:

- They process and organize information slowly, with difficulty.
- They present a deficit in short-term memory, both auditory and visual; however, they capture information better by the visual channel than by the auditory one.
- Their receptive-comprehensive capacity is clearly superior to the expressive one.

- They learn faster by watching their classmates and imitating their responses.
- They work on an activity until they achieve what they propose.
- They have problems generalizing their knowledge to other situations.
- They have difficulties with language, both in the articulation and acquisition of new vocabulary.

These characteristics have been summarized and generalized, but each person with DS can have different degrees of disabilities. Thus, it is necessary to consider each case individually and adapt the educational processes accordingly. Research shows that children and young people with DS can improve their learning and skills with appropriate teaching strategies and social environments [16]. For this reason, our research has created activities adapted to each particular student with DS.

In light of the importance of computer literacy for all citizens, including people with special needs, in this study we explore if KIBO robot engages and promotes the learning of basic programming and computational thinking skills in students with DS. The main research questions of this exploratory study are:

1. Do students with DS and cognitive levels from ages 3 to 6 engage with the KIBO robot in a 1:1 or 1:2 class, as measured by their attention span, interest, motivation, and positive emotions?
2. Can students with DS code with KIBO, as measured by their degree of understanding the sequences and programming?
3. How does KIBO affect the emotional behavior of students with DS, as measured through the emotions observed during their interactions with the robot?

2. Related Works

2.1. Computational Thinking Abilities

The definition of Computational Thinking (CT) incorporates a set of associated abilities, but there is no consensus of these abilities to date. According to the Computer Science Teachers Association and the International Society for Technology in Education, CT is a problem-solving process that involves different abilities, such as formulating problems in a way that makes it possible to use a computer and other machines to solve them; logically organizing and analyzing data; representing data through abstractions, such as models and simulations; automating solutions through algorithmic thinking (a series of discrete and ordered steps); identifying, analyzing, and implementing possible solutions in order to achieve the most effective and efficient combination of steps and resources; and generalizing and transferring this problem solving process to a wide variety of problems [32]. Google also defines a set of abilities associated with CT, such as: decomposition of a problem or task into discrete steps; recognition of patterns (regularities); generalization of such patterns and abstraction (discover the laws or principles that said patterns); and algorithmic design (develop precise instructions to solve the problem and its analogues) [33]. Grover and Pea [31] define CT as a set of skills, such as the abstraction and generalization of patterns (including models and simulations); systematic processing of information; symbolic systems and representations, including algorithmic notions (control flow diagrams), structured problem decomposition (modularization), iterative, recursive and parallel thinking, conditional logic, efficiency and performance, and deep and systematic error detection. Brennan and Resnick [34] define three dimensions of CT: (a) those that programmers use when creating programs that are applicable to other contexts, whether they involve programming or not (sequences, cycles, parallelisms, events, conditional, operators and data); (b) computational practices, those that are used when programming and that focus on how, not what, one is learning (iteration, testing and debugging, reusing and remixing, abstracting and modulating); and (c) computational perspectives, which users build on themselves, and their environment through programming (express, connect, and ask). Bers [3] proposes the “powerful ideas” of CT, such as algorithms (sequencing/order, logical organization); modularity (breaking up a larger task into smaller parts, instructions), control structures (recognizing patterns and repetition, cause and effect), representation (symbolic representation, models);

hardware/software (smart objects are not magical, objects are human engineered); design process (problem solving, perseverance, editing/revision); and debugging (identifying problems, problem solving, perseverance). These different CT abilities can be developed with tangible robotics, such as KIBO. For example, children can arrange a sequence of blocks to build a program (algorithm), use a repeat block instead to scan a large number of blocks (modularity), or recognize the begin and end blocks to build a program (control structures), among other abilities related to CT.

2.2. CT, Robotics and Cognitive Disabilities

New robotics kits have evolved to become the modern generation of learning manipulatives that help children develop a stronger understanding of mathematical concepts, such as number, size, and shape, in much the same way that traditional materials like pattern blocks, beads, and balls once did [35–37]. Unlike many digital games developed for children, building with robotics does not typically involve sitting alone in front of a screen [38]. Previous research has shown that children as young as three years old can build and program simple robotics projects [39–42]. Additionally, robotic manipulatives allow children to work on skills that are important for healthy child development, such as fine motor skills and hand-eye coordination [43], while also engaging in collaboration and teamwork. Additionally, robotics and programming allows children to exercise meta-cognitive, problem-solving, and reasoning skills [44].

Some recent studies have demonstrated the feasibility of teaching basic programming skills and uses of educational robotics as an effective learning resource [1,45]. It has been demonstrated that educational robots promote superior cognitive functions, like executive functions involved in problem solving, such as reasoning and planning, in typically developing preschool children [45]. We will mention two studies related with DS and computational thinking. Taylor et al. [46] presented a single case study to explore the feasibility of teaching basic computer programming skills to early elementary students with Down syndrome. They used evidence-based practices (i.e., explicit instruction), physical manipulatives, and a robot. Another study [45] examined the feasibility of promoting executive functions in people with DS using the Bee-Bot robot. Qualitative results on two children were presented and discussed, indicating that the robot promoted their interest, attention, and interaction with adults and peers, though executive functions were only enhanced in one child. Another related work that explores the feasibility of using KIBO with special-needs individuals was conducted by [47]. They studied the feasibility of using KIBO to improve the social interactions and emotional states of children with severe Autism spectrum disorder (ASD). Results shows that, although participants demonstrated a limited understanding of programming concepts, the KIBO robot yielded a positive impact on their social interactions.

Taking into consideration previous findings, in this study we explore the feasibility of using a robotic platform called KIBO to allow persons with DS to learn programming and computational thinking [39].

3. Materials and Methods

3.1. Overview

The pilot study was carried out in the Tenerife Down Association, Tenerife, Spain during five weeks from April to May of 2018 in the students' regular classrooms. Before the start of the pilot exploratory case study, we conducted a training session on KIBO with the professionals of the Tenerife Down Association [48]. The study was then approved by the board of the Tenerife Down Association. After that, we contacted the professionals interested in participating in the study and selected the students with them. An informed consent was then sent to the student's families. Seven participants diagnosed with DS aged between 7 and 19 years old (cognitive ages of 3 to 6 years) and two tutors participated during the sessions. The information on the curricular level of the students and their profile was provided by the tutors. The methodology selected to conduct the research was the exploratory

case study, according to each participant's specific needs and personalized attention requirements. We also wanted to understand the phenomenon to generate ideas for a further hypothesis [49]. We collected qualitative data using the observational method to assess the emotions, attitudes, and programming skills developed by the students in the sessions using different rubrics (Appendix A). We also interviewed the tutors to ascertain their views on including robots in their classroom, if they consider the inclusion of robots, coding and computational thinking to be of interest to students with Down syndrome, the integration with other learning objectives, and their perception of the participants' learning. Then, we coded and analyzed the data collected by the qualitative instruments.

Regarding the assessment of emotions in educational settings, researchers from the Human Computer Interaction area recognize the importance of the student's emotional state in the learning process [50], [51]. As the main goal, researchers want to know how a student is feeling in the classroom in order to produce significant learning [52]. González et al. [53] propose different methods and techniques to evaluate the emotional state of children, such as facial expressions, and subjective measures of sentiment through questionnaires, interviews, and self-reports, using a multidimensional categorical approach. These authors propose the following types of instruments for emotional assessment:

- Verbal: Likert scale or semantic difference to classify emotions; standard emotional profile (SEP), reaction profile, attitude towards ad scale.
- Non-verbal: PrEmo, EmoCards, SAM, LemTool o GEW.
- Facial expressions: Affdex SDK, Facial Coding, FaceAPI, FaceSense, FaceReader, FaceSDK.
- Brain signals: Emotiv-EPOC.
- Biometrics: Wearables for emotional assessment.

In this work, we selected a subjective emotional assessment instrument called EMODIANA [54]. This instrument portrays ten principal emotions: love, joy, satisfaction, surprise, nervousness, shame, sadness, and fear. The EMODIANA can measure not only the emotion, but also its intensity. In particular, we used an EMODIANA adapted for DS that allows the observer to register the different emotions of a student during a session (Figure 1) [52]. This instrument can be used directly during the session or to analyze recorded videos of a session [55]. After that, it is possible to classify the emotions into positive, negative, and neutral emotions.

3.2. Participants

The study participants were seven students (3 women and 4 men) with chronological ages between 7 and 19 years. It should be noted that the cognitive ages of the participants did not correspond to their chronological ages, meaning some of the older participants had lower cognitive levels than those of the lower chronological ages. The contents and activities involved were adapted to the particular needs of each participant and were developed by the tutors and professionals in charge of each participant's education. Table 1 describes the characteristics of each participant.

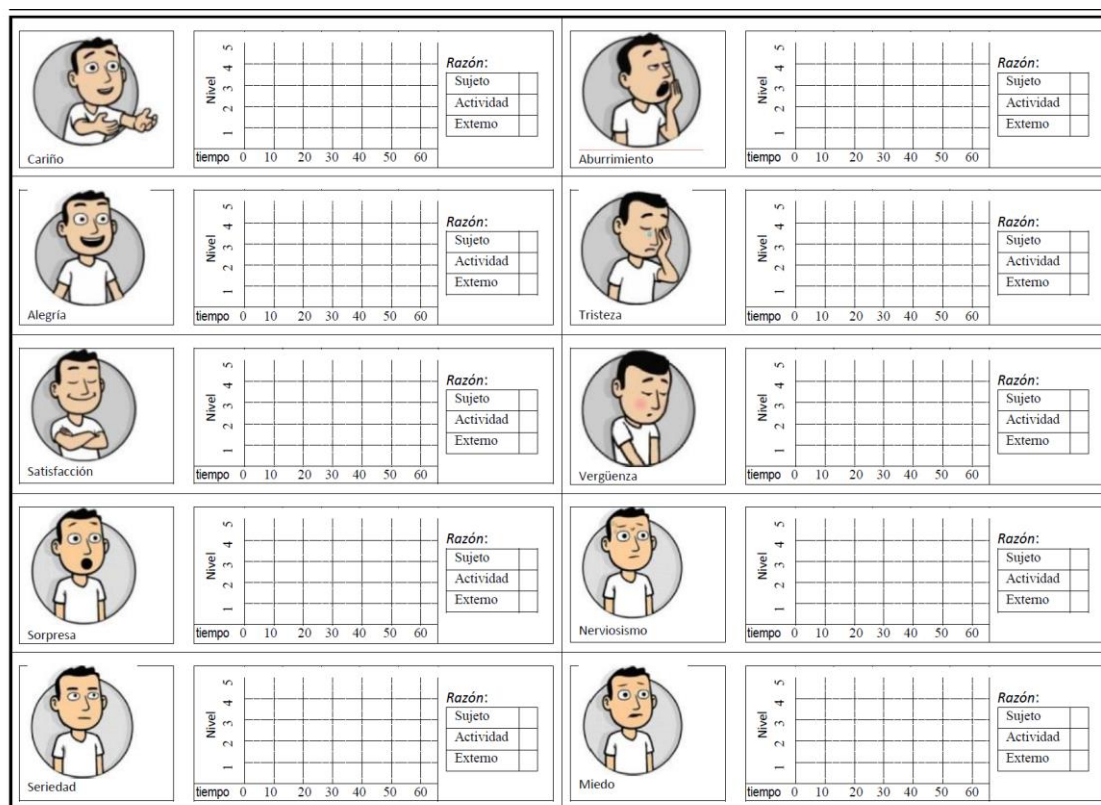


Figure 1. Observational instrument for evaluating emotions in educational contexts [55].

Table 1. Description of participants, where P: Participants; ChA: Chronological Age and CgA: Cognitive Age, and the content to be taught.

P	ChA	CgA	Sex	Content
1	10	6	M	Language integrated with programming and computational thinking.
2	7	5	F	Language integrated with programming and computational thinking.
3	11	5-6	M	Speech therapy integrated with programming and computational thinking.
4	19	3-4	M	Speech therapy integrated with programming and computational thinking *.
5	13	6	F	Mathematics integrated with programming and computational thinking.
6	15	6	F	Speech therapy session integrated with programming and computational thinking.
7	14	3-4	M	Mathematics integrated with programming and computational thinking.

* This participant on many occasions required the specialist to translate the information using sign language.

3.3. Robotic Technology

This study utilizes the KIBO robotics kit, created by the Developmental Technologies Research Group at Tufts University through funding from the National Science Foundation (NSF). KIBO is a robotics construction kit that involves hardware (the robot itself) and software (tangible programming blocks) used to make the robot move. KIBO is unique because it is explicitly designed to meet the developmental needs of young children. The kit contains easy to connect construction materials, including wheels, motors, light output, and a variety of sensors (See Figure 2).



Figure 2. KIBO robot with sensors and light output attached.

KIBO is programmed to move using interlocking wooden programming blocks (see Figure 3). These wooden blocks contain no embedded electronics or digital components. Instead, KIBO has a scanner embedded in the robot. This scanner allows users to scan the barcodes on the programming blocks and send a program to their robot instantaneously. No computer, tablet, or other form of “screen-time” is required to learn programming with KIBO. This is in keeping with the American Academy of Pediatrics’ recommendation that young children have a limited amount of screen time per day [36]. KIBO’s block language contains a total of 18 different individual programming blocks for children to learn, with many increasingly complex programming concepts that can be introduced, including repeat loops, conditional statements, and nesting statements.



Figure 3. Blocks for programming KIBO and a sample KIBO program. This program tells the robot to spin, shake, move backward, move forward, and turn a red light on.

In addition to these robotic and programming components, the KIBO kit also contains art platforms that can be used by children to personalize their projects with crafts materials and foster STEAM integration.

The KIBO robotic kit was chosen for this study for several reasons. First, as mentioned, KIBO is designed specifically for a target population of children aged 4–7 years old, allowing them to engage with computer science concepts in a way that is developmentally appropriate [4,39,56]. The kit, therefore, innately reduces both the complexities of manipulation and coding comprehension. In addition, to program the robot, the KIBO kit relies on wooden blocks that are easily recognized and manipulated. Further, KIBO is a tangible, screen-free robotic platform with an easy visual interface that can potentially promote face-to-face interactions with teachers and peers. Also, KIBO is different from other available robotic kits in that it does not require screen time on a separate computer. Programming is accomplished by connecting tangible wooden blocks that children assemble in a sequence to provide

a set of instructions to the KIBO robot. Each block is color-coded and labeled with an action or instruction that tells the robot what to do. After a sequence is built, starting with a “Begin” block and ending with an “End” block, children can program the robot by scanning the set of blocks in sequence using the KIBO’s built-in barcode scanner. Children then simply push a button to see the robot perform the program they created. The robot has slots for up to four sensors that can be assembled and dissembled to add or subtract functionality.

3.4. Activities

We designed activities that were adapted to the participants based on their curriculum level. The contents related to computational thinking and coding were also integrated into the current subject that each participant was working on at that particular time in the course, and which the teacher considered was most relevant to the student.

In total, 23 activities were designed with different durations, from 15 to 30 min. Thus, a one-hour session was organized with 2 to 4 activities, depending on the case. Some examples of different types of activities are shown in Table 2.

The first activity common to all participants was the introduction to KIBO. The main goal of this activity was to introduce the robot, each of its elements, and how it works. In this session, the participants also learned how to program a basic sequence with KIBO (Figures 4 and 5). This session lasted 20 min.



Figure 4. Student with Down syndrome creating a basic program sequence.



Figure 5. Student with DS scanning a basic sequence to move KIBO.

Table 2. Examples of different activities carried out with children.

Name	Characteristics	Description	CT Abilities
I'm a robot	Type: Introduction Robotic focus: Introduction to engineering and robotics Duration: 20' Goals: ● Learn about KIBO and each of its elements. Contents: ● Knowledge of the robot and its operation. ● Basic program sequences Materials: ● KIBO robot ● Sheet with images of robots	To introduce the topic, we asked the following questions: What is a robot? Do you know what a robot does? Have you ever seen a robot? We then showed them a sheet with different images of robots, explaining how each robot is as different as people are and, therefore, have different skills and different ways of communicating, like people do (English, Spanish, French, sign language, etc.). The sheet contains an image of KIBO and, to encourage the surprise factor, we asked some questions about it and focused our comments on it, before telling them that they will be able to meet KIBO soon. We then introduced KIBO in the session. We explained each of the parts of KIBO and the functions that correspond to them, as well as the wooden blocks, which are the language that KIBO uses. Over the course of the explanation, we implemented some simple programming sequences while interacting with the students, so that they could also program KIBO.	CT1, CT4
See how I program you!	Type: Language Robotic focus: Introduction to what a program is Duration: 20' Goals: ● Interpret visual patterns through the KIBO programming language. ● Program the partner or monitor through the cards. ● Program KIBO to execute the messages. Contents: ● Knowledge of the programming language. Materials: ● KIBO robot ● Sheet with images of the activity	We showed cards with images similar to the KIBO language (start, blue light bulb, spinner, arrows, etc.). The participants had to use them to create a programming sequence on the table, so that later the partner or monitor could interpret them. Then it would be the turn of the monitor or partner, and several sequences would be programmed. Then we used some of the sequences that we liked the most, which would be interpreted and transformed into KIBO's language (using its wooden blocks).	CT2, CT3, CT4, CT5, CT6
KIBO, move the skeleton!	Type: Music/Body knowledge Robotic focus: Introduction to sensing and sensors Duration: 30' Goals: ● Program the robot to execute the indicated movements. ● Enhance learning by discovery. Contents: ● Knowledge of the programming language. Materials: ● KIBO robot	We reviewed the parts of KIBO, compared with the five human senses and locomotion. We were then going to start programming with the wooden blocks. To do so, the participants had to decide the movements that they wanted KIBO to do, as if we were choreographing KIBO to move in response to selected music. As a group, we commented on the blocks that we needed to make the robot come alive in the appropriate way, before implementing the sequence with KIBO. We repeated several choreographies. We compared our body with KIBO's elements and movements.	CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6

Table 2. Cont.

Name	Characteristics	Description	CT Abilities
Follow me!	Type: Attention and auditory memory. Robotic focus: Sensing and introduction to repeats Duration: 15' Goals: ● Repetition of auditory sequences ● Visual and auditory identification of KIBO wood blocks ● Program the sequence that has been repeated through KIBO. Contents: ● Identify different blocks in the KIBO programming language. Materials: ● KIBO robot	We reviewed what a sensor is and compared it with the human senses. We talked about the meaning of repeat. We listened to and repeated a KIBO language sequence: “Turn, one step forward and two steps back”, and then identified it with the wooden blocks and layed out the sequence. To finish, we programed KIBO to interpret our sequence. We programmed different sequences, making them longer, simpler or more complex, to match the student’s characteristics.	CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6
He eats numbers	Type: Mathematics Robotic focus: Repeat with numbers Duration: 30' Goals: ● Continue the series of numbers indicated. ● Program KIBO to reach each of the numbers we need. Contents: ● Knowledge of the programming language. ● Sequencing, series Materials: ● KIBO robot ● Different numbers in folio size.	We placed different numbers on a table, forming an incomplete series, for example: 2, X, 6, X, 10 (indicating to the participant that the series was obtained by adding 2 to each previous number). Once the incomplete series was laid out, we distributed several numbers in the space, which matched (or did not match) those needed to complete our series. The participant had to program KIBO to reach each number it needed to select to complete the series. We programmed KIBO to travel around different numbers using repeats.	CT2, CT3, CT4, CT5, CT6

CT1: hardware/software (smart objects are not magical, objects are human engineered); CT2: algorithms (sequencing/order, logical organization); CT3: modularity (breaking up larger task into smaller parts, instructions), control structures (recognizing patterns and repetition, cause and effect); CT4: representation (symbolic representation, models); CT5: design process (problem solving, perseverance, editing/revision); CT6: debugging (identifying problems, problem solving, perseverance).

Other KIBO activities involved curricula, such as mathematics (numbers and basic operations) or language (lexical/semantic/phrases), and other functional contents or cognitive/speech therapy, like emotional knowledge, social relations, timing, attention and auditory memory, and knowledge of the body.

3.5. Sessions

The sessions included an initial familiarization and diagnosis session, where the researcher observed what content they were working on and how they learn it without KIBO. This first session was necessary to observe the curricular level that was being worked on in the classroom, as well as the response of each student in the group of students, their different capacities, and their attitudes. We also received different indications on the level of each participant and recommendations, such as the type of writing they are currently able to read, the operations and ways in which they could be done, and other specifics to consider in order to design activities with KIBO successfully.

In the second session, we introduced the KIBO robot and its programming in the classroom to all of the participants. To do so, we implemented several presentation activities that we had previously prepared. These activities considered KIBO's multiple functions, its programming language through wooden blocks, and how it communicates. Over the course of these sessions, we compiled a progress record of the different emotions of the students, as well as a corresponding evaluation of their programming and computational thinking skills.

By considering the response of each student during the previous sessions, we designed activities that aimed to arouse in each one of them an interest and enthusiasm in programming KIBO. To do this, as mentioned earlier, we relied on activities suited to the curricular level of each as a guide. Thus, in the third session, activities related to their curriculum and/or therapy were carried out with KIBO. We, therefore, worked with both content types, which related to computational thinking and programming and corresponded to the adapted curriculum. The sessions had different degrees of success for each participant. We analyzed the results later, but in general this third session was completed without difficulties and with great acceptance by the participants. We used different evaluation instruments to assess the session.

Finally, we conducted interviews with the tutors to determine their own assessments of their students' learning, as well as other aspects of the intervention.

3.6. Data Collection and Analysis

A KIBO expert on the research team led each session, explaining each activity and the schedule of events. The expert collaborated with the regular teachers to conduct each day's sessions. At the end of each session, the research team had a debriefing to review what had happened.

We collected information using the following methods: (1) video recordings of all the sessions; (2) observational checklists on emotions and computational thinking skills; (3) assessment rubrics and notes that were taken during and after the sessions; and (4) interviews with teachers at the end of intervention. For a more detailed analysis, the video data was coded and analyzed with ratings by an independent observer. Appendix A presents the assessment rubrics used in this study.

In the first intervention session, we observed the contact with the robot, the motivation, involvement and disposition towards KIBO and the proposed activities. An assessment rubric was provided to indicate if the participants complied with the items proposed.

In the second intervention session, we assessed each participant's progress through observation, using a record similar to that employed in the previous sessions. In addition, we evaluated the emotions exhibited over the course of the sessions.

At the end of the intervention, we conducted an open interview with two of the professionals responsible for teaching the participants on different aspects of the pilot study. In their entirety, the records generated reliable and valid information for issuing value judgments that support the evaluation, and allowed us to determine the results of implementing the activities, as well as the

effectiveness of introducing tangible robotics (in this case, KIBO) to the various participants. They also highlighted the drawbacks encountered in the robot application process.

4. Results

In this section, we present the main results of this pilot study and answer the research questions. Regarding the research question of this pilot study, “Do students with DS engage with the KIBO robot? (degree of motivation)”, the results showed a positive engagement impact. The interest in the activities was high (1) in 3 participants and medium in the other 3 (0.5). The programming motivation was medium (0.5) in 4 participants and high in one (1), and every participant interacted with KIBO satisfactorily. On the question “Can DS students code with KIBO? (degree of comprehension of the sequences and programming)”, we observed that except for two students, five understood KIBO’s blocks and elements and were able to program basic sequences to achieve the goals proposed in the activities. Four students were able to program KIBO without help. On the third research question, “How does KIBO affect the emotional behavior of students with DS? (observed interactions and emotions)”, we observed high positive emotions during the intervention with KIBO in six students (1), medium in one (0.5), and no negative emotions.

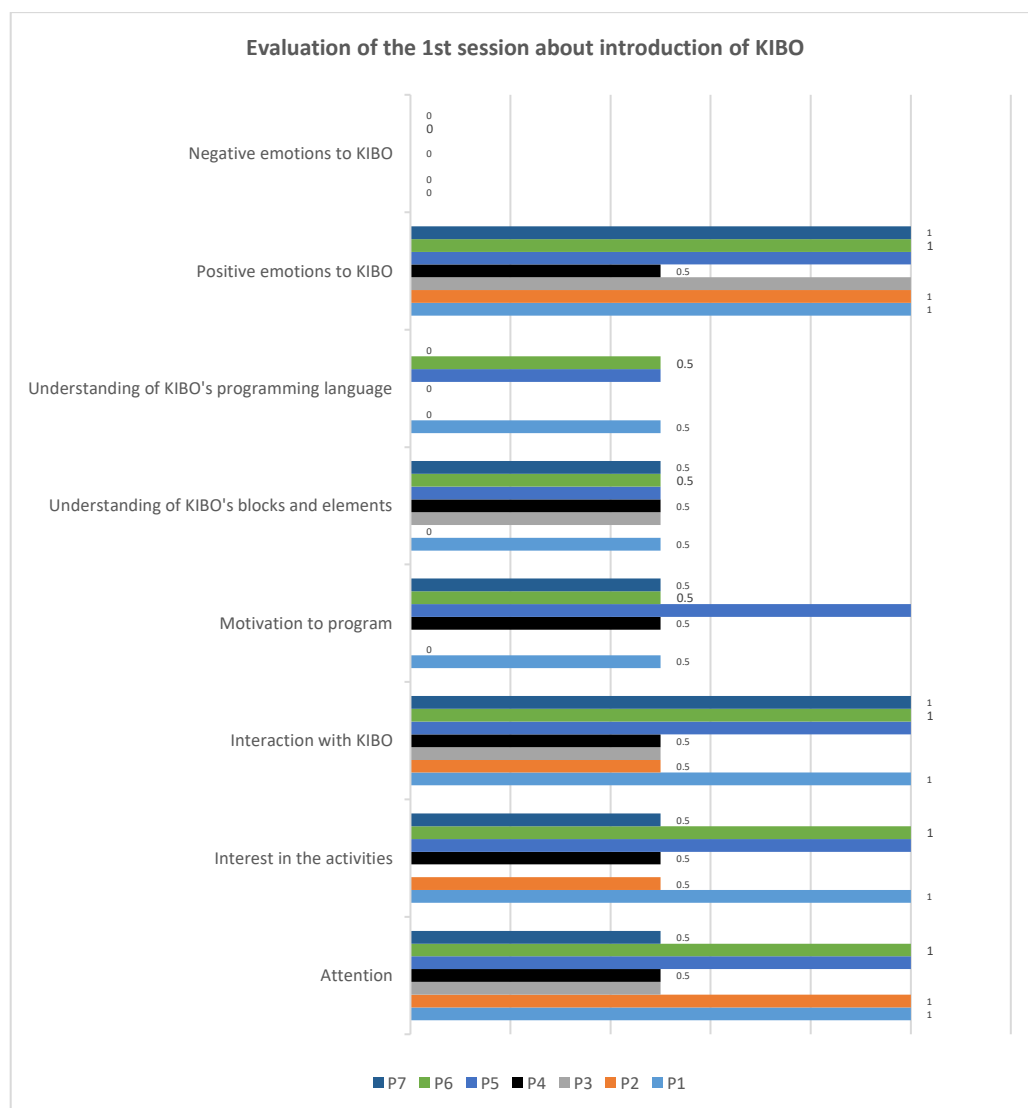


Figure 6. Results of the behaviors observed in the first, introductory session to the KIBO robot.

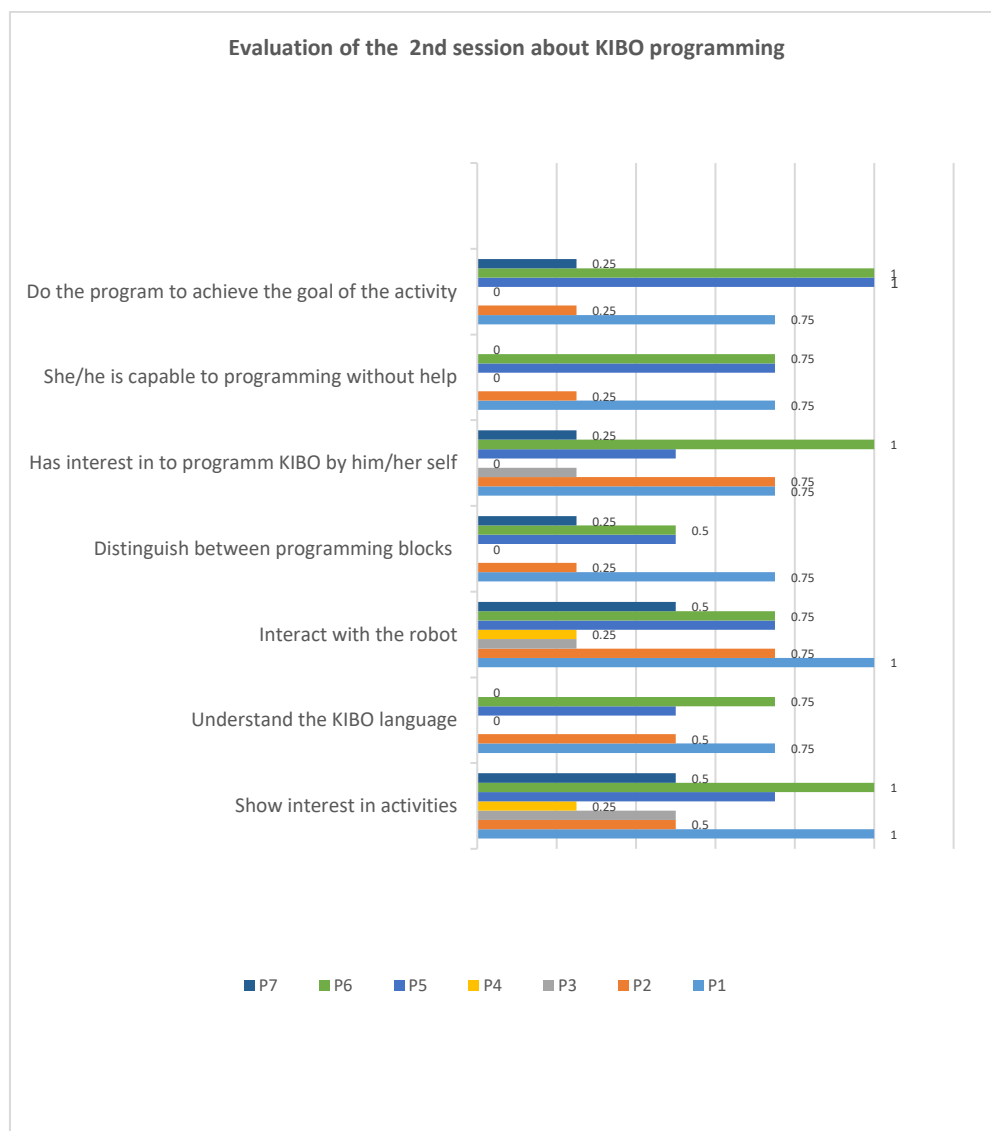


Figure 7. Results of the behaviors observed in the second session, on programming KIBO.

Concerning the CT abilities, Table 3 summarizes the main findings for each participant in each session.

Table 3. Main findings on CT abilities per participant.

Participant	CT Abilities Observed
1	Session 1. Diagnosis and familiarization. Student initiated in reading and writing and logical-mathematical thinking. Vague knowledge of robots from cartoons and movies. Correctly processed the information, but had problems organizing it logically. Was sometimes able to distinguish between elements or objects with the same property. Session 2. Introduction to robotics and programming. Was attentive to the presentation of the robot and responded correctly to questions about the KIBO robot by asking questions about its elements and operation. After a simple explanation of how the KIBO scanner processes the codes, was consistently able to do it by himself, managing to control the distance to the scanner, which sometimes complicated the reading. Was not able to distinguish at all between the different programming blocks, confusing them at times, which resulted in incomplete knowledge of the robot's programming language. Session 3. Programming and curriculum. Remembered the operation of the robot and how to program it. We worked on activities related to language in which the participant had to select a word with an action and then program the robot to perform that action. In addition to the action requested, the participant added other actions that amused him (for example, turning on the light bulb). A positive evolution was observed in terms of problem solving and programming.
2	Session 1. Diagnosis and familiarization. Was easily distracted. Only rarely did she organize and analyze the information received. Had problems distinguishing objects and/or elements from among properties. Was introduced to reading-writing and mathematical/logical thinking. Session 2. Introduction to robotics and programming. Had not heard of robots before. Did not make any comments or ask questions about how KIBO works. She was very enthusiastic about combining the different blocks, trying to incorporate as many as possible, with no prior instruction or intention. The participant did not want to receive help as to how to read the blocks with the scanner on the robot, indicating that she wanted to do it herself. She was also not receptive to asking questions related to the order of the actions she wanted KIBO to perform. Showed no interest in programming the robot to carry out an activity in a specific way. Not quite able to distinguish between the different programming blocks. Showed no effort to understand the KIBO language. Session 3. Programming and curriculum. Remembered KIBO and showed great enthusiasm about working with it again, although she had some problems remembering all of KIBO's parts and how they worked. In programming, she focused on joining the blocks in no logical order. With the help of the teacher in the activity of reading the sentences, she was able to relate the image with the action to be performed. In programming, added unnecessary blocks that distorted the path of the robot.
3	Session 1. Diagnosis and familiarization. Little desire to participate. The participant did not have verbal fluency and had problems expressing needs or thoughts. The speech therapist used sign language to reinforce communication with him. Based on the indications provided by the speech therapist, we can state that he is being introduced to reading-writing and to mathematical/logical thought. Session 2. Introduction to robotics and programming. Showed considerable interest in the robot and its operation. The speech therapist's support was required to communicate with the participant. Closed questions were asked about the actions he wanted KIBO to execute and the student had to program the robot to do them. The light on KIBO's scanner distracted him, which made it difficult for him to handle the wooden programming blocks. With help, the student was able to perform basic programming sequences. There was a positive evolution in his knowledge of the robot, but he did not exhibit an interest in the activities proposed. He was not interested in programming the robot to perform a given action and did not try to understand the programming language. Session 3. Programming and curriculum. The participant remembered the name of the robot and on the days when we were not present, he asked his teacher about KIBO. The student did not show any interest in performing the activities. Since he was practicing blowing as part of his speech therapy, the activity was adapted by placing a series of pens on the platform with KIBO that the student had to try to knock down by blowing as KIBO turned. He would later count the pens that had fallen on the table. To do this, he had to program the robot to turn around five times. With help, the student was able to program KIBO to carry out the activity.

Table 3. Cont.

Participant	CT Abilities Observed
4	Session 1. Diagnosis and familiarization. The student was easily distracted, and did not engage in mathematical logical thinking or respond favorably to literacy. Session 2. Introduction to robotics and programming. The student was very attentive to the explanation of the robot and its operation and surprised by how he could communicate what he wanted the robot to do through the wooden blocks. Despite his interest, he failed to distinguish between the different programming blocks and did not fully understand KIBO's language. Session 3. Programming and curriculum. The student remembered very little of what had been worked on in the previous session; therefore, all of the programming elements and methods had to be reviewed. The activity included the employment of a handicraft (rubber hand) that was used in the KIBO platform and social actions, such as hand greetings and movements of the robot. The student had difficulties carrying out the programming sequences autonomously.
5	Session 1. Diagnosis and familiarization. The student was very attentive, curious, and able to self-correct. The student organized the information she received and analyzed it logically. She was also able to distinguish between objects of a property and responded favorably to the process of reading, writing, and logical mathematical thinking, typical of her cognitive age. She had no knowledge of what a robot is. Session 2. Introduction to robotics and programming. The student was very attentive and anticipated the elements and operation of KIBO through questions. The activity consisted of performing different choreographies to make KIBO dance. The participant mastered the placement of the blocks from the time it was explained to her and she enjoyed the proposed activities, demanding new variants. She was able to interact correctly with the robot and distinguish programming blocks. Session 3. Programming and curriculum. The student remembered KIBO and its operation. She programmed different sequences related to mathematics (time, series of numbers) and a game with dice and KIBO movements. She was able to program KIBO autonomously and satisfied the objectives of the activity.
6	Session 1. Diagnosis and familiarization. She was shy and worried excessively about failing. She organized the information received and analyzed it logically. She too was capable of distinguishing objects between properties and was being initiated in the process of reading and writing and mathematical logical thinking. Of note is the fact that she read sentences with the support of pictograms. Session 2. Introduction to robotics and programming. She was attentive to the explanation and performed the activity of creating a basic programming sequence successfully. She was autonomous and offered help to her partner programming KIBO. She exhibited some problems distinguishing between the different programming blocks. Session 3. Programming and curriculum. She remembered KIBO and how it worked. We worked on her auditory attention and memory by dictating the programming sequences that had to be built with the wooden blocks. As the complexity of the sequences was increased, the participant carried out the activities in an exemplary way, accurately creating the sequences. The next activity was related to reading, and the participant had to read a set of sentences and associate them with KIBO pictograms and actions. In this second activity, the participant had problems reading sentences, but not programming KIBO, which she did correctly.
7	Session 1. Diagnosis and familiarization. At first, the participant was timid, but then he gained proficiency. The student was initiated in literacy, supported by pictograms, and mathematical logical thinking, but exhibited problems recognizing objects between properties. He knew what a robot was from seeing them in movies. Session 2. Introduction to robotics and programming. The student was very participative, interested in the different functions the robot had, and interacting during the explanation. In the activity, he had to read and interpret the sequence to be programmed with his own body and then program KIBO. He had some problems programming KIBO by himself. He was not always interested in programming the robot to perform a specific action and did not try to understand its language; therefore, he could not distinguish between the different programming blocks. Session 3. Programming and curriculum. The attention and auditory memory activity was carried out, in which simple sequences to be programmed were dictated. The student did not exhibit difficulties with the programming of simple sequences. He was able to read the barcodes on the blocks autonomously, but he needed help creating the sequences.

5. Conclusions

The results of this study show that KIBO engages and promotes the learning of basic programming and computational thinking skills in students with DS. However, some drawbacks were identified with KIBO, for example in the assembly of the wheel and motors, or in the scanning of the bar codes, since the children placed the blocks too close to the scanner. Sometimes the children did not wait for the beep or LED to confirm that the code had been read before continuing with the sequence. Regarding the exercises, the students sometimes simply put the blocks together with no logical sequence.

To address the different research goals, we can affirm that the KIBO robot sparked very positive emotions in DS students, and kept them motivated over the course of the sessions. All DS students responded favorably to working with KIBO, and in some cases showed progress in their knowledge of the robot and its programming, evolving positively between one session and the next.

Regarding the group of individuals with DS involved in our research, we must note that they present characteristics, skills, and aptitudes that are favorable to working with robots and programming. After our analysis of each of the seven participants, we can affirm that six of them have had very good results working on the logical-mathematical thinking skills developed. For this reason, we believe that they are able to acquire computational thinking in the same way that they acquire mathematical thinking. Some participants needed more time than their peers to acquire the same skills. In general, the process to consolidate learning in students with DS takes longer than in individuals without this condition, as they learn more slowly and differently than persons without disabilities. In the intervention sessions conducted with DS students, we incorporated different educational activities, like the KIBO robot. We introduced its elements and language programming and other activities related to other content, such as mathematics, language, emotional and social skills, etc. Through these activities, DS students were initiated in computational thinking.

As limitations of this study, we note the short period of time used to develop the pilot and the number of participants involved. Another limitation of this exploratory study is the probable bias in the subjective measurements, mainly in the observation procedures and in the interview. Therefore, we plan to extend the study in the next academic year by involving more students and tutors. We are also planning other activities on computational thinking without robots, with robots, and with tablets.

We believe that computational thinking should be initiated at an early age, together with reading, writing, and mathematical knowledge. It is necessary to start working on computer literacy from a young age in ordinary classroom settings, focusing on inclusion and on working with different types of disabilities [47]. Moreover, the teachers indicated that tangible robotics would be useful as educational tools for their students and as motivational tools. However, computational thinking needs a specific space and recognition in the curriculum and should not be considered as merely complementary.

Author Contributions: C.G. conceived and designed the experiments; E.H.-G. performed the experiments and analyzed the data; C.G. wrote the paper and edited and reviewed the paper and bibliography. L.M.-R., S.H.-M. and N.R.-A. collaborated in the sample selection and the facilities to conduct the experiment. M.D.G.-F. and A.I.-M. edited and reviewed the paper.

Funding: This research received no external funding.

Acknowledgments: The authors are very grateful to the professionals, students and families of the Tenerife Down association who collaborated in the development of this study.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Appendix A —Rubrics

Table A1. Initial Assessment.

	Did she/he know about robots previously?			Does she/he organize the information received?			Does she/he analyze the information received logically?			Is he/she able to distinguish objects between properties?			Does he/she respond favorably to literacy?			Does he/she respond favorably to logical-mathematical thinking?		
	S	A	N	S	A	N	S	A	N	S	A	N	S	A	N	S	A	N
Participant 1																		
Participant 2																		
Participant 3																		
Participant 4																		
Participant 5																		
Participant 6																		
Participant 7																		

A: Always, S: Sometimes; N: Never.

Table A2. 1st Intervention Session.

	A	S	N
Pays attention when the robot is presented			
Shows an interest in the activities presented			
Interacts with the robot			
Shows an interest in programming the robot to achieve a specific goal			
Identifies KIBO's different programming blocks			
Tries to understand KIBO's programming language			
KIBO causes joy			
KIBO causes rejection			

A: Always, S: Sometimes; N: Never.

Table A3. 2nd Intervention Session.

	1	2	3	4	5
Shows an interest in the activities planned					
Understands KIBO's programming language					
Interacts with the robot					
Identifies KIBO's different programming blocks					
Shows an interest in programming the robot to achieve a specific goal					
Is capable of programming without help					
Does the programming intentionally to achieve the objective of each activity					

1 = Strongly disagree; 5 = Strongly agree.

References

1. Bers, M.U. Conclusion. In *Coding as a Playground*; Routledge: London, UK, 2017; pp. 182–184.
2. Resnick, M.; Siegel, D. Invited commentary a different approach to coding. *Int. J. People Oriented Program.* **2015**, *4*, 1–4.
3. Marina Umaschi Bers, Coding as a Literacy for the 21st Century—Education Futures: Emerging Trends in K-12—Education Week, Education Week. 2018. Available online: https://blogs.edweek.org/edweek/education_futures/2018/01/coding_as_a_literacy_for_the_21st_century.html (accessed on 18 June 2019).

4. Bers, M.U.; González-González, C.S.; Torres, M.B.A. Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Comput. Educ.* **2019**, *138*, 130–145. [CrossRef]
5. Garcia-Penalvo, F.J. A brief introduction to TACCLE 3—Coding European project. In Proceedings of the 2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Salamanca, Spain, 13–15 september 2016; pp. 1–4.
6. Bocconi, A.C.S.; Dettori, K.E.G.; Ferrari, A. *Developing Computational Thinking in Compulsory Education*; European Commission: Brussels, Belgium, 2016.
7. Ackermann, E. Piaget’s constructivism, papert’s constructionism: What’s the difference? *Future Learn. Group Publ.* **2001**, *5*, 438.
8. Papert, S. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*; Basic Books, Inc.: New York, NY, USA, 1993.
9. Wing, J.M. Computational thinking. *Commun. ACM* **2006**, *49*, 33. [CrossRef]
10. Balanskat, A.; Engelhardt, K. *Computing Our Future Computer Programming and Coding Priorities, School Curricula and Initiatives across Europe*; European Schoolnet: Brussels, Belgium, 2015.
11. Jung, S.; Won, E.; Jung, S.E.; Won, E. Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability* **2018**, *10*, 905. [CrossRef]
12. de Salamanca, F.E.U.; García-Peñalvo, F.J.; Prieto, X.M.; Vidal, E.V. *Education in the Knowledge Society*; Ediciones Universidad de Salamanca: Salamanca, Spain, 2017.
13. Moreno-Leon, J.; Robles, G. The Europe code week (CodeEU) initiative shaping the skills of future engineers. In Proceedings of the 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Tallinn, Estonia, 18–20 March 2015; pp. 561–566.
14. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado–INTEF. Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. *Situación en España* **2018**. Available online: <http://code.intef.es/wp-content/uploads/2017/09/Pensamiento-Computacional-Fase-1-Informe-sobre-la-situaci%C3%B3n-en-Espa%C3%B1a.pdf> (accessed on 18 June 2019).
15. Bers, M.U. Design principles. In *Coding as a Playground*; Routledge: London, UK, 2017; pp. 163–172.
16. Bers, M.U.; Horn, M.S. Tangible programming in early childhood: Revisiting developmental assumptions through new technologies. In *The Go-To Guide for Engineering Curricula PreK-5: CHOOSING and Using The Best Instructional Materials for Your Students*; Sneider, C.I., Ed.; SAGE: Portland, OR, USA, 2014; pp. 133–145.
17. Komis, V.; Misirli, A. The environments of educational robotics in early childhood education: Towards a didactical analysis. *Educ. J. Univ. Patras UNESCO Chair.* **2016**, *3*, 238–246.
18. Stoeckelmayr, K.; Tesar, M.; Hofmann, A. Kindergarten children programming robots: A first attempt. In Proceedings of the 2nd International Conference on Robotics in Education (RIE), Vienna, Austria, September 2011.
19. Eck, J.; Hirschmugl-Gaisch, S.; Hofmann, A.; Kandlhofer, M.; Rubenzer, S.; Steinbauer, G. Innovative concepts in educational robotics: Robotics projects for kindergartens in Austria. In Proceedings of the Austrian Robotics Workshop, Vienna, Austria, May 2013.
20. Janka, P. Using a programmable toy at preschool age: Why and how? In Proceedings of the International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN), Venice, Italy, 3–4 November 2008; pp. 112–121.
21. Baxter, P.; Ashurst, E.; Read, R.; Kennedy, J.; Belpaeme, T. Robot education peers in a situated primary school study: Personalisation promotes child learning. *PLoS ONE* **2017**, *12*, e0178126. [CrossRef]
22. Filgueira, M.G.; González, C.S.G. PequeBot: Propuesta de un Sistema Ludificado de Robótica Educativa para la Educación Infantil. 2017. Available online: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/6677> (accessed on 18 June 2019).
23. Nadel, L. Down’s syndrome: A genetic disorder in biobehavioral perspective. *Genes. Brain Behav.* **2003**, *2*, 156–166. [CrossRef]
24. Bailey, N. Diagnostic manual—Intellectual disability: A textbook of diagnosis of mental disorders in persons with intellectual disability (DM-ID). *Adv. Ment. Heal. Learn. Disabil.* **2008**, *2*, 60–61. [CrossRef]
25. Tien, B.; PREP Program. *Effective Teaching Strategies for Successful Inclusion: A Focus on Down Syndrome*; PREP Program: Calgary, AB, Canada, 1999.
26. González, C.; Noda, A.; Bruno, A.; Moreno, L.; Muñoz, V. Learning subtraction and addition through digital boards: A down syndrome case. *Univ. Access. Inf. Soc.* **2015**, *14*, 29–44. [CrossRef]

27. Ministry of Education. Down syndrome A resource for educators Mate P^u uira Kehe He rauemi m^a te kaiwhakaako. 2015. Available online: <https://www.inclusive.tki.org.nz/assets/inclusive-education/MOE-publications/MOESE0045DownSyndrome-booklet.pdf> (accessed on 18 June 2019).
28. Carrión, P.V.T. Evaluación de Estrategias de Aprendizaje con HCI KINECT en Alumnos con Síndrome Down. 2017. Available online: <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:ED-Pg-CyEED-Pvtorres> (accessed on 18 June 2019).
29. Martos-Crespo, F. Guía Para la Atención educativa de los Alumnos y Alumnas con síndrome de Down, Granada. 2006. Available online: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/11700123/helvia/sitio/upload/Guia_para_la_atencion_educativa_al_alumnado_con_sobredotacixn_intelectual.pdf (accessed on 18 June 2019).
30. Sternberg, R.J. *Thinking Styles*; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 1997.
31. Grover, S.; Pea, R. Computational thinking in K–12. *Educ. Res.* **2013**, *42*, 38–43. [[CrossRef](#)]
32. Computer Science Teachers Association. CSTA K-12 Standards—Computer Science Standards. 2017. Available online: <https://www.csteachers.org/page/about-csta-s-k-12-nbsp-standards> (accessed on 6 May 2019).
33. Habib, M. (Ed.) *Advanced Online Education and Training Technologies*; IGI Global: Hershey, PA, USA, 2019.
34. Brennan, K.; Resnick, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, BC, Canada, 13–17 April 2012.
35. Resnick, M.; Maloney, J.; Monroy-Hernández, A.; Rusk, N.; Eastmond, E.; Brennan, K.; Millner, A.; Rosenbaum, E.; Silver, J.; Silverman, B.; et al. Scratch: Programming for all. *Commun. ACM* **2009**, *52*, 60–67.
36. Brosterman, N.; Togashi, H.N. *Inventing Kindergarten*; Abrams: New York, NY, USA, 1997.
37. Bers, M.U. *Blocks to Robots: Learning with Technology in the Early Childhood Classroom*; Teachers College Press: New York, NY, USA, 2008.
38. Sullivan, A.; Bers, M.U. Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *Int. J. Technol. Des. Educ.* **2016**, *26*, 3–20. [[CrossRef](#)]
39. Bers, M.U.; Flannery, L.; Kazakoff, E.R.; Sullivan, A. Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Comput. Educ.* **2014**, *72*, 145–157. [[CrossRef](#)]
40. Cejka, E.; Rogers, C.; Portsmore, M. Kindergarten robotics: Using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *Int. J. Eng. Educ.* **2006**, *22*, 711.
41. Wyeth, P. How young children learn to program with sensor, action, and logic blocks. *J. Learn. Sci.* **2008**, *17*, 517–550. [[CrossRef](#)]
42. Kazakoff, E.R.; Sullivan, A.; Bers, M.U. The effect of a classroom-based intensive robotics and Programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Child. Educ. J.* **2013**, *41*, 245–255. [[CrossRef](#)]
43. National Association for the Education of Young Children; Clements, D.; Sarama, J. National association for the education of young children. *Young Child.* **2003**, *58*, 6.
44. Hu, R.; Feng, J.; Lazar, J.; Kumin, L. Investigating input technologies for children and young adults with Down syndrome. *Univ. Access Inf. Soc.* **2013**, *12*, 89–104. [[CrossRef](#)]
45. Bargagna, S.; Castro, E.; Cecchi, F.; Cioni, G.; Dario, P.; Dell’Omo, M.; Di Lieto, M.C.; Inguaggiato, E.; Martinelli, A.; Pecini, C.; et al. Educational robotics in down syndrome: A feasibility study. *Technol. Knowl. Learn.* **2018**, *24*, 315–323. [[CrossRef](#)]
46. Taylor, M.S. Computer programming with Pre-K through first-grade students with intellectual disabilities. *J. Spec. Educ.* **2018**, *52*, 78–88. [[CrossRef](#)]
47. Albo-Canals, J.; Martelo, A.B.; Relkin, E.; Hannon, D.; Heerink, M.; Heinemann, M.; Leidl, K.; Bers, M.U. A pilot study of the KIBO robot in children with severe ASD. *Int. J. Soc. Robot.* **2018**, *10*, 371–383. [[CrossRef](#)]
48. González-González, C.; González, E.H.; Ruiz, L.M.; Infante-Moro, A.; Guzmán-Franco, M.D. Teaching computational thinking to down syndrome students. In Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality—TEEM’18, Salamanca, Spain, 24–26 October 2018; pp. 18–24.
49. Given, L.M. *The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods*; Sage Publications: London, UK, 2008.
50. Preiss, G.; Friedrich, G. *Mente y Cerebro*; Prensa Científica: Beijing, China, 2002; Volume 4.

51. Picard, R.W. Affective computing: Challenges. *Int. J. Hum. Comput. Stud.* **2003**, *59*, 55–64. [[CrossRef](#)]
52. Torres-Carrión, P.; González-González, C.; Carreño, A.M. Facial emotion analysis in Down's syndrome children in classroom. In Proceedings of the ACM International Conference Proceeding Series, Interacción'15, Vilanova i la Geltrú, Spain, 7–9 September 2015.
53. Torres-Carrión, P.; González-González, C.; Carreño, A.M. Methodology of emotional evaluation in education and rehabilitation activities for people with down syndrome. In Proceedings of the ACM International Conference Proceeding Series, Interaccion'14, Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain, 10–12 September 2014.
54. González-González, C. Emodiana: Un instrumento para la evaluación subjetiva de emociones en niños y niñas. In Proceedings of the Actas Del XIV Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador, Madrid, Spain, 17–20 September 2013.
55. Torres-Carrión, P.; González, C.S.G.; Barba-Guamán, L.R.; Torres-Torres, A.C. Experiencia afectiva de usuario (UAX): Modelo Desde Sensores Biométricos en aula de clase con Plataforma Gamificada de Interacción Gestual. 2017. Available online: <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/6737> (accessed on 18 June 2019).
56. Bers, M.U. KIBO. In *Coding as a Playground*; Routledge: London, UK, 2017; pp. 135–162.



© 2019 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ANEXO 5

Bringing Computational Thinking to Hospital ClassroomsFull Text:  PDF  [Get this Article](#)

Authors: [Carina S. González-González](#) [University of La Laguna/Open University of Catalunya, La Laguna, Tenerife, Spain](#)
[Lorena Cáceres-García](#) [Universidad de Barcelona, Barcelona, Spain](#)
[Verónica Violant-Holz](#) [Universidad de Barcelona, Barcelona, Spain](#)

Published in:



· Proceeding
TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference
on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality
Pages 31-35

León, Spain — October 16 - 18, 2019

ACM New York, NY, USA ©2019

[table of contents](#) ISBN: 978-1-4503-7191-9doi> [10.1145/3362789.3362908](https://doi.org/10.1145/3362789.3362908)

2019 Article
Research
Refereed limited

**Bibliometrics**

- Citation Count: 0
- Downloads (cumulative): 7
- Downloads (12 Months): 7
- Downloads (6 Weeks): 7

Tools and Resources[Buy this Article](#)[Recommend the ACM DL
to your organization](#)[Request Permissions](#)

TOC Service:

[Email](#) [RSS](#)[Save to Binder](#)[View My Binders](#)

Export Formats:

[BibTeX](#) [EndNote](#) [ACM Ref](#)

Upcoming Conference:

[ADCS '19](#)

Share:

**Author Tags** ▼

ANEXO 6

Unidad didáctica

Danzas del Mundo.

Explorando la Cultura, la Historia y el Arte a través de la robótica y la programación con KIBO

Dances from Around the World

Exploring Culture, History, and Art through KIBO Robotics and Programming



Carina S. González (2017). Traducción y Adaptación al Currículo de Educación Infantil de Canarias. Danzas del Mundo. Explorando la Cultura, la Historia y el Arte a través de la robótica y la programación con KIBO. Basada en el Currículo “Dances from around the world”. DevTech Research Group. Eliot-Pearson Department of Child Study and Human Development. Tufts University.

1. Datos identificativos

-Responsables

- *Grupo ITED. Departamento de Ingeniería Informática. Universidad de La Laguna.*
- *Grupo DevTECH. Elliot Pearson Child Development Department. Tufts University (USA)*

-Nivel educativo: Educación Infantil

1. Justificación

(orientaciones metodológicas, atención a la diversidad, estrategias para el refuerzo y planes de recuperación, etc.)

Esta unidad didáctica introduce ideas poderosas sobre informática, específicamente sobre programación de robots, a los niños y niñas de educación infantil hasta segundo grado de primaria, de una manera estructurada y adecuada para su desarrollo.

Así como los niños y niñas pueden leer libros apropiados para la edad, se puede acercar a los niños y niñas a la programación a través de herramientas apropiadas como kit de robótica KIBO.

Mientras que la unidad didáctica está diseñada específicamente para ser desarrollada con el kit de robótica KIBO, las ideas poderosas son aplicables a otros kits de construcción robótica.

El término “idea poderosa” se refiere a un concepto central dentro de un dominio que a la vez es útil de forma personal, que está interconectado con otras disciplinas y que tiene raíces en el conocimiento intuitivo que el niño/a ha interiorizado durante un largo período de tiempo. Las poderosas ideas de la informática abordadas en esta unidad didáctica incluyen: el proceso de diseño de ingeniería, la robótica, la programación, las funciones de repetición y los sensores. Estas poderosas ideas se exploran en el contexto temático de las danzas de todo el mundo.

Asimismo, las actividades que aquí se presentan siguen la misma estructura básica:

- 1) juegos preliminares para introducir o reforzar conceptos de forma lúdica,
- 2) introducción de la idea poderosa a través de un desafío,
- 3) trabajo individual o en grupo,
- 4) círculo de tecnología y
- 5) exploraciones libres.

La última actividad es un proyecto abierto, para compartir con la clase, la familia y amigos. Los profesores pueden adaptar la estructura de cada secuencia didáctica propuesta y sus componentes para satisfacer las necesidades específicas de su clase.

2. Temporalización

Esta unidad didáctica está diseñada para ser realizada durante una semana intensiva de trabajo (es decir, en un campamento o durante una semana de robótica en la escuela) o también puede realizarse en varios meses con una o dos sesiones por semana. Dependiendo de los niveles de desarrollo de los niños y niñas y su experiencia previa con la tecnología, la programación y la robótica, los estudiantes pueden necesitar más o menos tiempo de lo que indican las directrices de este documento.

Cada actividad del plan de estudios se puede distribuir a lo largo de varias sesiones para acomodar el horario del aula y la atención de los estudiantes. Dependiendo de los estudiantes, una clase puede beneficiarse de entre una y dos horas para dedicarles a las actividades de robótica y programación a la vez. Aunque se proporcionan sugerencias de asignaciones de tiempo, pero pueden ser adaptadas para satisfacer las necesidades de cada aula.

3. Materiales

El kit de robótica a que se hace referencia en esta unidad didáctica es el kit de robótica KIBO, desarrollado por el DevTech Research Group de Tufts University y comercializado a través de KinderLab Robotics, Inc. Otro tipo de material utilizado en la unidad didáctica son materiales reciclados. El uso de materiales de creación plástica y materiales reciclados, es una práctica común en la educación infantil, permite a los niños y niñas realizar creaciones con materiales con los que se sienten cómodos.

Nota: Existen otros materiales complementarios como las tarjetas KIBO Says, insignias y revistas de diseño de ingeniería que se pueden comprar a través de KinderLab Robotics (Anexo A).

4. Principios pedagógicos: Desarrollo tecnológico positivo (Positive Technological Development) y los establecidos en por los Decretos de Educación Infantil de Canarias

El fundamento teórico de este programa, denominado Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD), fue desarrollado por la profesora Marina Umaschi Bers y puede encontrarse en dos de sus libros: *Blocks to Robotics: Learning with Technology in the Early Childhood Classroom* (Bers, 2008) *Diseño de experiencias digitales para un desarrollo positivo de la juventud: desde el parque infantil al parque infantil* (Bers, 2012).

El marco del PTD guía el desarrollo, la implementación y la evaluación de programas educativos que utilizan las nuevas tecnologías para promover el aprendizaje como un aspecto del desarrollo positivo de los niños y niñas. El marco pedagógico PTD es una extensión natural de la alfabetización informática y los movimientos tecnológicos que han influido en el mundo de la educación, añadiendo a los elementos cognitivos componentes psicosociales y éticos. Desde un punto de vista teórico, el marco pedagógico PTD se basa en un enfoque interdisciplinario que integra ideas de los campos de la comunicación mediada por ordenador, el aprendizaje colaborativo apoyado por ordenadores y la teoría constructorista del aprendizaje desarrollada por Seymour Papert (1993).

Como marco teórico, PTD propone seis comportamientos positivos (seis C) que deben ser apoyados por actividades educativas que utilizan nuevas tecnologías, como, por ejemplo, la robótica. Estos seis comportamientos son: *la creación, la creatividad, la comunicación, la colaboración, la construcción de la comunidad y las opciones de conducta*.

También se considerarán los principios pedagógicos determinados por en los dos Decretos para Educación Infantil (Art. 5. Primer Ciclo, Art.7 para Segundo Ciclo).

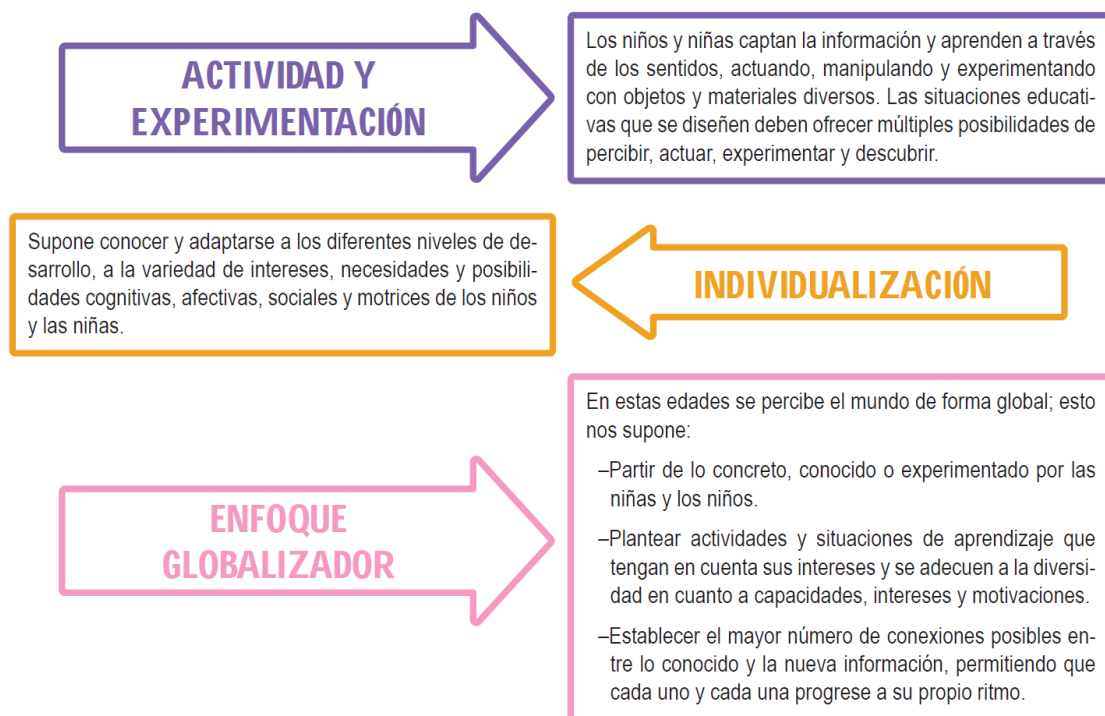


Figura 1. Principios pedagógicos determinados por en los dos Decretos para Educación Infantil (Art. 5. Primer Ciclo, Art.7 para Segundo Ciclo).

Fuente:

6. Gestión del Aula

La enseñanza de la robótica y de la programación en un aula para la primera infancia requiere una planificación cuidadosa y realizar ajustes para lograr una buena gestión de aula. Estas cuestiones no son nuevas para el docente de Educación Infantil, pero las actividades de robótica, debido a la novedad y el comportamiento de los materiales en sí, requerirán de una atención diferente. En el aula pueden surgir cuestiones y soluciones distintas a las descritas en esta Unidad. Los docentes deben encontrar lo que funciona en sus circunstancias particulares. En general, proporcionar y enseñar una estructura clara y conjunto de normas para el uso de materiales y para las rutinas de cada parte de las actividades (círculos tecnológicos, tiempo de limpieza, etc.). Los docentes deben asegurarse de que los estudiantes comprendan los objetivos de cada actividad. Los carteles y las ayudas visuales pueden facilitar a los niños y niñas las respuestas a sus propias preguntas y recordar nueva información.

De los diferentes espacios en el aula de infantil, podemos utilizar algunos de los rincones típicos (Figura, tales como: el rincón del encuentro y biblioteca, para los Círculos de Tecnología (asamblea), el rincón de construcciones para la construcción del robot, el rincón de plástica para la decoración del robot, etc.

AULA DE 3 AÑOS

- Rincón de encuentro y biblioteca (alfombra)
- Rincón de la casita (juego simbólico)
- Rincón de plástica
- Rincón de construcciones y garaje
- Rincón de agua
- Espacio para el movimiento

AULA DE 4 AÑOS

- Rincón de encuentro y biblioteca (alfombra)
- Rincón de juego simbólico (cocinita, muñecas, peluquería, disfraces)
- Rincón de plástica
- Rincón de construcciones y coches
- Rincón de hoja de papel
- Rincón de los inventos

AULA DE 5 AÑOS

- Rincón de encuentro y biblioteca (alfombra)
- Rincón de hoja de papel
- Rincón de los inventos
- Rincón de los juegos estructurados
- Rincón de experiencias: animales y plantas
- Rincón de las palabras

Figura 2. Rincones del aula de infantil de la Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias en el Documento: Orientaciones para la elaboración de la propuesta pedagógica en educación infantil.

Fuente:

7. Tamaño de los grupos

La Unidad didáctica está diseñada para ser trabajada en grupos, parejas o de forma individual. El hecho de que el trabajo individual sea factible depende de la disponibilidad de los recursos, que pueden ser limitados por una serie de razones. Sin embargo, se debe hacer un esfuerzo para permitir que los estudiantes trabajen en pequeños grupos como sea posible, incluso individualmente. Algunas clases pueden tener estas discusiones como un grupo completo. Otras clases pueden dividirse en grupos más pequeños para permitir que los niños y niñas tengan la oportunidad de hablar y mantener el enfoque del grupo pequeño. Algunas clases estructuran el tiempo de la robótica para encajar en un "tiempo central" en el horario, en el cual los estudiantes giran a través de pequeñas estaciones/rincones alrededor del aula con diferentes actividades en cada lugar. Este formato ofrece a los estudiantes más acceso a los docentes cuando tienen preguntas y permite a los docentes adaptar la instrucción y la retroalimentación, así como evaluar el progreso de cada estudiante más fácilmente que

durante el trabajo en grupo completo. Es importante encontrar una estructura y un tamaño de grupo para cada una de las diferentes actividades (instrucción, discusiones, trabajo sobre los desafíos y el proyecto final) que satisfagan las necesidades de los estudiantes y docentes en la clase.

8. Gestión de los materiales

Los proyectos de robótica de aula requieren una gran cantidad de piezas y materiales, y la cuestión de cómo manejarlos trae a colación varias cuestiones clave que pueden apoyar o dificultar el éxito de la unidad didáctica. La primera cuestión es la accesibilidad de los materiales. Algunos docentes pueden optar por dar un kit completo de materiales para cada niño/a, para una pareja o para una mesa con varios niños y niñas. Los niños y niñas pueden etiquetar el kit con su (s) nombre (s) y usar el mismo kit durante la duración de la unidad didáctica. Otros docentes pueden optar por desmontar los kits y ordenar los materiales por tipo y colocar todos los materiales en una ubicación central. Dado que diferentes proyectos requieren diferentes elementos de robótica y programación, esta configuración puede permitir que los niños y niñas tomen sólo lo que necesitan y dejan otras partes para los otros niños y niñas que los necesitan. Una palabra de precaución, sin embargo: Si los materiales están configurados centralmente, deben ser fácilmente visibles y accesibles para que los niños y niñas no se olviden de lo que está realmente disponible o que no les resulte demasiado complicado obtener lo que necesitan. Sin embargo, es importante encontrar un lugar claramente visible para poner los materiales necesarios para el desarrollo de la Unidad Didáctica.

La segunda cuestión es la usabilidad. En algunos casos, los escritorios o mesas de los niños y niñas no proporcionan suficiente espacio para construir un robot y programarlo. Se debe tener cuidado de asegurar que los niños y niñas tengan suficiente espacio para usar los materiales disponibles. Siempre se deben realizar los ajustes necesarios teniendo en cuenta el espacio disponible, aunque no se sigan estrictamente los objetivos de robótica o programación. Por ello, los docentes deben considerar cuidadosamente cómo abordar estas cuestiones en torno a los materiales de una manera que tenga sentido para el espacio, las rutinas y la cultura de su clase.

9. Evaluación de los estudiantes

Es importante evaluar el proceso de aprendizaje del estudiante y los resultados de dicho aprendizaje. Esto se puede hacer documentando los proyectos de los estudiantes y las maneras de hablar y compartir sus proyectos con el resto de la clase, también se pueden analizar sus Diarios de Diseño de Ingeniería. Evaluar el aprendizaje individual de los niños y niñas, mientras trabajan en grupos, puede ser un desafío.

Los criterios de evaluación de cada actividad se pueden organizar en una secuencia de logros concretos que conducen a una "Licencia de Ingeniero/a". Cada actividad de la Unidad Didáctica se asocia con un nivel diferente para que gradualmente se pueda completar la licencia. En el momento en que adquiera esa licencia, el niño/a está listo

para iniciar el proyecto final.

Los niños y niñas explorarán y aprenderán a diferentes ritmos. El docente deberá ir regulando el ritmo de la clase, de forma que todos lleguen a obtener la insignia correspondiente en cada fase.

10. Marco curricular

Esta Unidad Didáctica está diseñada para los estudiantes del segundo ciclo Educación Infantil y cubre conceptos fundamentales sobre Informática e Ingeniería que no suelen enseñarse en la primera infancia. Puede utilizarse también para estudiantes de primer y segundo grado de Primaria.

Estos conceptos fundamentales se introducen a través de “ideas poderosas”, tales como: el proceso de diseño de ingeniería, la robótica, la programación y los sensores. Cada idea poderosa tiene actividades y materiales que fomentan el dominio de la idea poderosa y los temas académicos fundamentales que la apoyan. Además, dado que la robótica proporciona una manera de integrar diferentes conocimientos y destrezas disciplinarias, esta Unidad permite abordar contenidos y habilidades sobre las matemáticas fundamentales, el lenguaje, la ciencia y las habilidades artísticas.

Dentro de cada actividad de esta Unidad Didáctica, hay descripciones de por lo menos una actividad de matemáticas, una del lenguaje y una de artes, que encajan con la idea poderosa que se enseña.

Además, cada actividad aborda el currículo establecido para la Educación Infantil por la Comunidad Autónoma de Canarias el DECRETO 183/2008, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación y el currículo del 2º ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Canarias, cuyas áreas de conocimiento son: Conocimiento de sí mismo y autonomía personal (Figura 3), Conocimiento del entorno (Figura 4) y Lenguajes: comunicación y representación (Figura 5). Además, se adecúan con los marcos y estándares de la Asociación Internacional de Educadores de Tecnología e Ingeniería (ITEEA).

CONOCIMIENTO DE SÍ MISMO Y AUTONOMÍA PERSONAL

OBJETIVOS	BLOQUES DE CONTENIDO
1. Formarse una imagen positiva de sí mismo. 2. Conocer y representar su cuerpo. 3. Identificar sentimientos y emociones. 4. Realizar actividades cada vez más autónomas. 5. Adecuar su comportamiento a las necesidades de los demás. 6. Progresar en la adquisición de hábitos y actitudes relacionadas con la higiene, la salud...	1. El cuerpo y la propia imagen. 2. Juego y movimiento. 3. La actividad y vida cotidiana. 4. El cuidado personal y la salud.

Figura 3. Objetivos y bloques de contenidos del Área 1.

Fuente:

CONOCIMIENTO DEL ENTORNO

OBJETIVOS	BLOQUES DE CONTENIDO
1. Observar y explorar de forma activa su entorno físico, natural, cultural y social. 2. Establecer relaciones con personas adultas y sus iguales. 3. Acercarse al conocimiento de distintos grupos sociales cercanos. 4. Conocer fiestas, tradiciones y costumbres de Canarias. 5. Iniciarse en las habilidades matemáticas. 6. Mostrar interés y conocer el medio natural.	1. Medio físico: elementos, relaciones y medidas. 2. Acercamiento a la naturaleza. 3. Cultura y vida en sociedad.

Figura 4. Objetivos y bloques de contenidos del Área 2.
Fuente:

LENGUAJES: COMUNICACIÓN Y REPRESENTACIÓN

OBJETIVOS	BLOQUES DE CONTENIDO
1. Utilizar diferentes lenguajes. 2. Comprender los mensajes. 3. Reproducir y recrear algunos textos. 4. Acercarse a producciones artísticas. 5. Expresar emociones a través de diferentes lenguajes. 6. Desarrollar la curiosidad y creatividad. 7. Iniciarse en los usos sociales de la lectura y la escritura. 8. Iniciarse en el uso oral de una lengua extranjera. 9. Desarrollar la curiosidad y el interés por el lenguaje audiovisual e iniciarse en el uso de las TIC.	1. Lenguaje verbal. 2. Lenguaje audiovisual y TIC. 3. Lenguaje artístico. 4. Lenguaje corporal.

Figura 5. Objetivos y bloques de contenidos del Área 3.
Fuente:

Tabla 1. Ejes vertebradores y su relación con las áreas del currículo y bloques de contenidos definidos por los Decretos de Educación Infantil de Canarias

Ejes vertebradores	Relación con el currículo
Círculo de tecnología	Se trabajan los siguientes bloques de contenidos: 1. LENGUAJE VERBAL 2. LENGUAJE AUDIOVISUAL Y TIC En el tiempo del círculo de la tecnología, los niños y niñas practican sus habilidades de hablar mientras relatan sus experiencias, comparten hechos y hacen preguntas sobre el trabajo del otro. Deben aprender a:

	• Participar en conversaciones colaborativas • Hablar de manera audible y expresar ideas claramente • Hacer y contestar preguntas para obtener información
Diarios de diseño de tecnología	1. LENGUAJE VERBAL 2. LENGUAJE AUDIOVISUAL Y TIC 3. LENGUAJE ARTÍSTICO Los niños y niñas usan sus Diarios de Diseño de Ingeniería para escribir y dibujar explicaciones para su trabajo y responder preguntas. A través de esta actividad los niños y niñas aprenderán a: • Usar una combinación de dibujo, dictado y escritura • Escribir palabras sencillas
Construcción con materiales robóticos y no robóticos Programación	Se trabajan los siguientes bloques de contenido: 1. MEDIO FÍSICO: ELEMENTOS, RELACIONES Y MEDIDAS 2. LENGUAJE VERBAL 3. LENGUAJE AUDIOVISUAL Y TIC 4. LENGUAJE ARTÍSTICO Al programar, los niños y niñas practican con secuencia, orden, conteo, sentido de número y estimación. A través de esta actividad los niños y niñas aprenderán a: Nombres de los números y secuencia de conteo • Relación entre números y cantidades • Suma y resta

Tabla 2: Las “Ideas poderosas” y objetivos de aprendizaje que se trabajan

Ideas poderosas	Objetivos de aprendizaje
Proceso de diseño de ingeniería	- Comprender que la gente tiene que planificar para hacer las cosas - Comprender que todas las personas pueden diseñar soluciones a un problema. - Comprender que el diseño es un proceso creativo (que conduce a productos y sistemas útiles). - Comprender que todos los diseños pueden ser mejorados. - Comprender que el proceso de diseño de ingeniería incluye identificar un problema, buscar ideas, desarrollar soluciones y compartir soluciones con otros. - Hacer preguntas y hacer observaciones ayuda a una persona a averiguar cómo funcionan las cosas. - Solucionar problemas es una manera de averiguar por qué algo no funciona para que pueda arreglarse.
Robótica	-Construir un objeto utilizando el proceso de diseño. -Descubrir cómo funcionan las cosas. -Comprender que los sistemas tienen partes que trabajan juntas para lograr un objetivo. -Comprender que las herramientas, las máquinas, etc. utilizan la energía para poder hacer su trabajo.
Programación: Flujo de control por secuenciación e instrucciones	- Reconocer y usar símbolos cotidianos - Comprender que las personas usan símbolos cuando se comunican a través de la tecnología. - Comprender que el estudio de la tecnología utiliza muchas de las mismas ideas y habilidades que otros temas.
Sensores	-Comprender que el mundo natural y el mundo humano son diferentes.

11. Áreas o materias relacionadas: Integración de los Estudios Sociales y las Artes con la Programación y la Robótica

Esta Unidad Didáctica integra la exploración de la diversidad, la cultura y las artes con ideas poderosas de la programación y la robótica. Además de las conexiones de las matemáticas, las artes y el lenguaje encontradas en cada actividad de esta Unidad Didáctica, también existe una conexión de estudios sociales y educación artística, centradas en la cultura y la danza. Este currículo contiene actividades que abordan específicamente los siguientes marcos: explorar la historia familiar de alguien, observar danzas de diferentes culturas, identificar y describir movimientos, experimentar la música y la comida de diferentes culturas, crear una danza repetitiva y recopilar información sobre los temas tratados.

Tabla 3: Estudios Sociales y Conexiones Artísticas dentro de la Unidad Didáctica

Actividades de aprendizaje	Conexión con estudios sociales y las artes	Descripción
1: Construcción robusta	Explorar la historia familiar de alguien	Los niños y niñas entrevistan a un padre, familiar o amigo y averiguan sus antecedentes. ¿De qué país es él / ella o su familia? ¿Habla otros idiomas? Etc. A continuación, los niños y niñas crearán un vehículo no robótico y lo decorarán para representar a esa persona usando símbolos (como banderas, etc.) y fotografías para representar su cultura.
2: Qué es un Robot?	Observar bailes de una variedad de culturas y describir sus movimientos	Los niños y niñas estarán expuestos a canciones y bailes de otros países a través de mirar una variedad de videos. A continuación, decorarán su robot KIBO para llevar uno de los trajes que vieron en un video.

3: Qué es un Programa?	Identificar y describir movimientos	Los niños y niñas aprenderán sobre la coreografía y luego bailarán la danza La Macarena. Más adelante, después de programar sus robots para bailar el Hokey-Pokey, los niños y niñas programarán sus robots para bailar a una de las nuevas canciones que han aprendido.
4: Qué son los Sensores (Parte 1)?	Usando nuestros cinco sentidos para experimentar música y artículos de todas las culturas que componen la clase	Los niños y niñas bailarán solos, en pareja y en grupo. Mientras los estudiantes bailan, pídeles que piensen en cómo están usando sus sentidos. Luego, después, discutirán lo que vieron, sintieron, oyeron, tocaron y probaron. ¿Se usaron uno o dos sentidos? ¿alguno más que otro?
5: Qué es “Repetir”?	Crear una frase de baile y ser capaz de repetirla	Los niños y niñas trabajarán con un compañero/a o en un grupo pequeño para crear su propio baile, que tendrá al menos una parte que se repite. Luego, los niños y niñas realizarán su baile delante de la clase y señalarán qué parte hicieron más de una vez.
6: Qué son los Sensores? (Parte 2)	Usando nuestro sentido cinco para experimentar la comida de todas las culturas que componen la clase	Los niños y niñas traerán comida de su cultura para compartir. Se debe mantener un registro de las formas en que los sentidos se utilizan para experimentar otras culturas.

7: Qué son los “Condicionales”?	Generar preguntas y recopilar información	Los estudiantes investigarán una danza (por sí mismos, en parejas o en grupos) para que sus robots bailen en el proyecto final. Con la ayuda de los docentes, los niños y niñas contestarán preguntas en sus Diarios de Diseño de Ingeniería.

12. Atención a la Diversidad y la Igualdad

La intervención educativa contemplará como principio la diversidad del alumnado adaptando la práctica educativa a las características personales, intereses y necesidades de los niños y niñas contribuyendo a su desarrollo integral, dada la importancia que en estas edades adquieren el ritmo y el proceso de maduración.

Se potenciará la utilización de estrategias metodológicas para favorecer la atención a la diversidad (tutoría entre iguales, coevaluación, aprendizaje cooperativo, etc.)

Asimismo, se incluyen principios de igualdad de género, promoviendo en las actividades la reflexión sobre roles y estereotipos en la ingeniería, y la utilización de lenguaje no sexista.

13. Agrupamientos

Se trabajarán tres tipos de agrupamientos: individual, en pequeño grupo y en gran grupo.

14. Recursos

Los materiales que nuestro alumnado explora y manipula tienen una importancia decisiva en sus procesos de aprendizaje.

Por ello, seleccionamos, organizamos y distribuimos los materiales en el espacio con la finalidad de potenciar:

- La autonomía, ya que están a su alcance y disposición.
- La relación-comunicación, puesto que necesitan de los demás para jugar, para realizar tareas en equipo, para comunicar sus descubrimientos.
- El desarrollo afectivo: algunos niños y niñas establecen una relación afectiva considerable con determinados.
- Materiales (objetos que traen de su casa, muñecos, cojines, peluches, etc.)
- El desarrollo motriz: pelotas, telas,... y otros materiales.

- El desarrollo de los lenguajes expresivos: materiales para plástica, música, dramatización, aproximación a la lengua escrita (cuentos, folletos, catálogos, diferentes materiales de soporte impreso...).
- El conocimiento físico de los objetos, al explorar y descubrir sus cualidades y establecer relaciones entre ellos.
- El contacto con materiales estructurados: puzzles, regletas, bloques lógicos, lotos, construcciones, etc.
- El contacto con materiales no estructurados: agua, arena, piedras, semillas y otros materiales procedentes de la naturaleza y materiales de desecho en general (reciclaje).

Actividad 1: Construcción robusta

Idea poderosa: el proceso de diseño de ingeniería

Sinopsis

Los niños y niñas utilizan materiales para plástica y materiales reciclados para construir un vehículo no robótico que puede transportar a una persona de juguete. La idea poderosa de esta actividad (que se construye de manera robusta mediante el uso del proceso de diseño de ingeniería) resultará importante para el éxito de los robots de los niños y niñas en las actividades posteriores y debería ser re-articulada y discutida en el resto de actividades.

Conocimientos previos	Objetivos	
Ninguno, pero la experiencia previa elaboración de artesanías o materiales reciclados es útil.	<i>Los estudiantes entenderán que ...</i>	<i>Los estudiantes serán capaces de....</i>
	Se pueden crear estructuras robustas a través del encaje de diferentes formas creadas con materiales reciclados y de artes plásticas. El proceso de diseño de ingeniería es útil para planificar y guiar la creación de artefactos. Hay muchos tipos diferentes de ingenieros/as.	Construir vehículos robustos y no robóticos. Utilizar el proceso de diseño de ingeniería para facilitar la creación de sus vehículos.

Materiales / recursos:

- Diferentes materiales para plástica y materiales reciclados para la construcción y decoración
- Fotos de objetos naturales y manufacturados
- Fotos de diferentes vehículos
- Cartel del Proceso de Diseño de Ingeniería
- Diarios de Diseño de Ingeniería
- Insignias de expertos
- Red de colaboración (uno por niño/a) *

* Opcional

Vocabulario:

- *Círculo - forma redonda sin bordes*
- *Ciclo - algo que se mueve en un círculo (es decir, las estaciones, el proceso de diseño de ingeniería)*
- *Diseño - un plan para un edificio o una invención*
- *Borde - el borde de una forma*
- *Ingeniero/a - alguien que inventa o mejora las cosas*
- *Material - algo usado para construir*
- *Rectángulo - una forma con cuatro lados, dos pares de lados con igual longitud*
- *Estructura - un edificio o un objeto hecho con diversas partes*
- *Cuadrado - una forma con cuatro lados iguales*
- *Triángulo - una forma con tres lados*
- *Vehículo - algo usado para transportar y mover personas o cosas*

Descripción de la actividad

a) Explorar la historia familiar

- Antes de la realización de esta actividad, pida a los estudiantes que entrevisten a su madre o padre, familiar o amigo para averiguar acerca de sus antecedentes culturales y religiosos. ¿De qué país es su familia? ¿Habla otros idiomas? ¿Qué religión es ella / él?
- La decoración que realizarán los estudiantes estará relacionada con la persona a la que entrevistaron. *En esta actividad los niños y niñas van a construir un vehículo no robótico y pondrán de conductor/a a un personaje que decorarán teniendo en cuenta la cultura de la persona a la que han entrevistado.*

b) ¿Cuántos bailes podemos pensar? (5-10 min)

- Como clase, haga una lluvia de ideas sobre todos los bailes típicos que todos saben y de dónde vienen (o de dónde creen que vienen).
- Cuente cuántos bailes sabe la clase, así como cuántos lugares diferentes de los

bailes vienen. ¿Qué baile sabe el mayor número de estudiantes? ¿Hay un baile que sólo uno o dos estudiantes conozcan?

c) Formas del vehículo (5-10 min)

- Pida a los niños y niñas que dibujen una *guagua* o un coche en sus Diarios de Diseño de Ingeniería, e identifiquen las diferentes formas que ven como elementos de la misma.
- Hacer una lista de todas las distintas formas que notaron los estudiantes.
- Luego, pedir a los niños y niñas que identifiquen formas en los materiales reciclados y otros materiales disponibles en el aula y hacer otra lista.
- Comparar las dos listas en la clase. ¿Qué formas tienen en común? ¿Cómo podemos utilizar materiales del aula para construir “*guaguas*” que parezcan reales?
- En esta actividad, los niños y niñas trabajarán para identificar y describir formas en 2 dimensiones y ejercitarán la comparación y el contraste.

d) Introducir los conceptos y la tarea (10 min)

"Hoy vamos a construir vehículos, y vamos a utilizar una herramienta para ayudarnos a asegurarnos de que nuestras estructuras sean robustas y funcionen de la manera que se supone".

Debata sobre lo que es un ingeniero/a e introduzca los pasos del proceso de diseño de ingeniería.

e) ¡Vamos a saber todo sobre los Ingenieros e Ingenieras!

Un ingeniero/a es cualquier persona que inventa o mejora cosas (por ejemplo, casi cualquier objeto que ve a su alrededor) o procesos (como métodos) para resolver problemas o satisfacer necesidades. Cualquier objeto humano que encuentres en tu vida diaria fue influenciado por las ingenieras/os.

Hay muchos tipos diferentes de ingenieros/as, incluyendo: ingenieros/as biomédicos, ingenieros/as aeroespaciales, ingenieros/as de computación e ingenieros industriales.

Debatir en clase lo que hacen estos diferentes tipos de ingenieros/as.

Nota: utilizar imágenes de mujeres ingenieras y hombres, tener cuidado con el lenguaje no sexista e imaginario.

Engineering Careers

Overview

10 Reasons to Love
Engineering

Career Outlook

Engineering Careers

What Engineers Do

Cool Engineering
Projects

Conversation Starters

Test Drive Engineering

Preparing for College

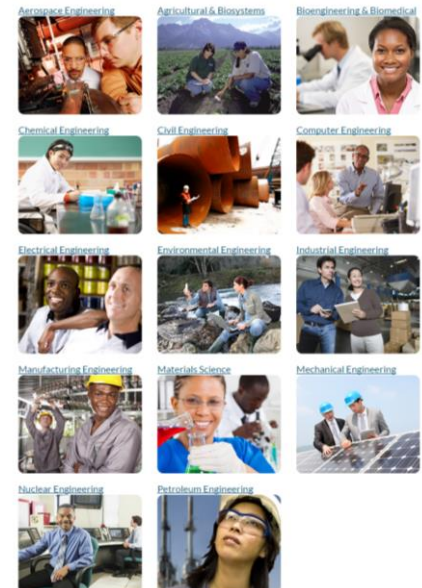
Researching Schools

Licensure



Engineering Is a Versatile Career

There is perhaps no other career that spans so many areas—healthcare, agriculture, entertainment, business, and more. Check out the many and varied ways the work of engineers is making a difference in all our lives.



ENGINEERING EDUCATION

THE EIE CURRICULUM

ENGINEERING ADVENTURES

ENGINEERING EVERYWHERE

EiE Engineering Elementary

Developed by the Museum of Science, Boston

[Blog](#)
[Newsletter](#)
[Contact Us](#)
[FAQs](#)
[EiE Store](#)

[OVERVIEW](#)
[OUR PRODUCTS](#)
[RESEARCH](#)
[PROFESSIONAL DEVELOPMENT](#)
[VIDEO COLLECTION](#)
[ABOUT US](#)
[NEWS](#)

Our Mission

Engineering is Elementary supports educators and children with curricula and professional development that develop engineering literacy.

Our Curriculum Products:

The EiE Curriculum

1-5

Grades Classroom

Choose from 20 flexible and fun units for grades 1 - 5. Integrates with the science you already teach! Research-based, teacher-tested activities develop creativity, critical thinking, and problem-solving skills.

[GET STARTED >](#)

Engineering Adventures

3-5

Grades Afterschool

Add adventure to your afterschool or camp programs with real-world engineering challenges for kids in grades 3 - 5. Promotes creativity and teamwork!

[GET STARTED >](#)

Engineering Everywhere

6-8

Grades Afterschool

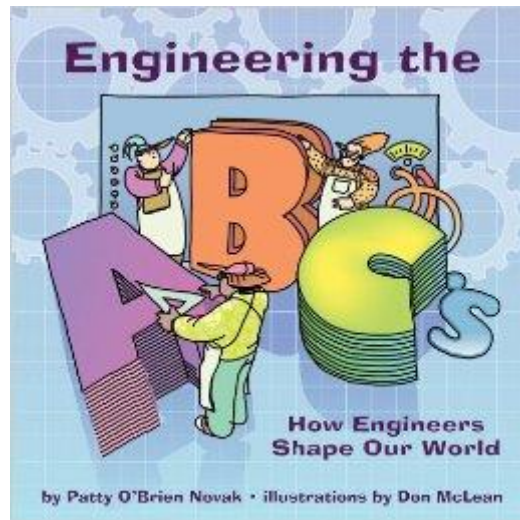
For youth in grades 6 - 8 in out-of-school time and camp programs. They'll engineer a better world with engaging activities that relate to real-life experiences.

[GET STARTED >](#)

*Para obtener descripciones e ideas de actividades adicionales, consulte: <http://www.eweek.org/AboutEngineering/TypesEngineering.aspx> y Engineering is Elementary de los recursos del Museo de Ciencia de Boston en <http://www.eie.org/eie-curriculum/Curricula-unidades>

Sugerencia

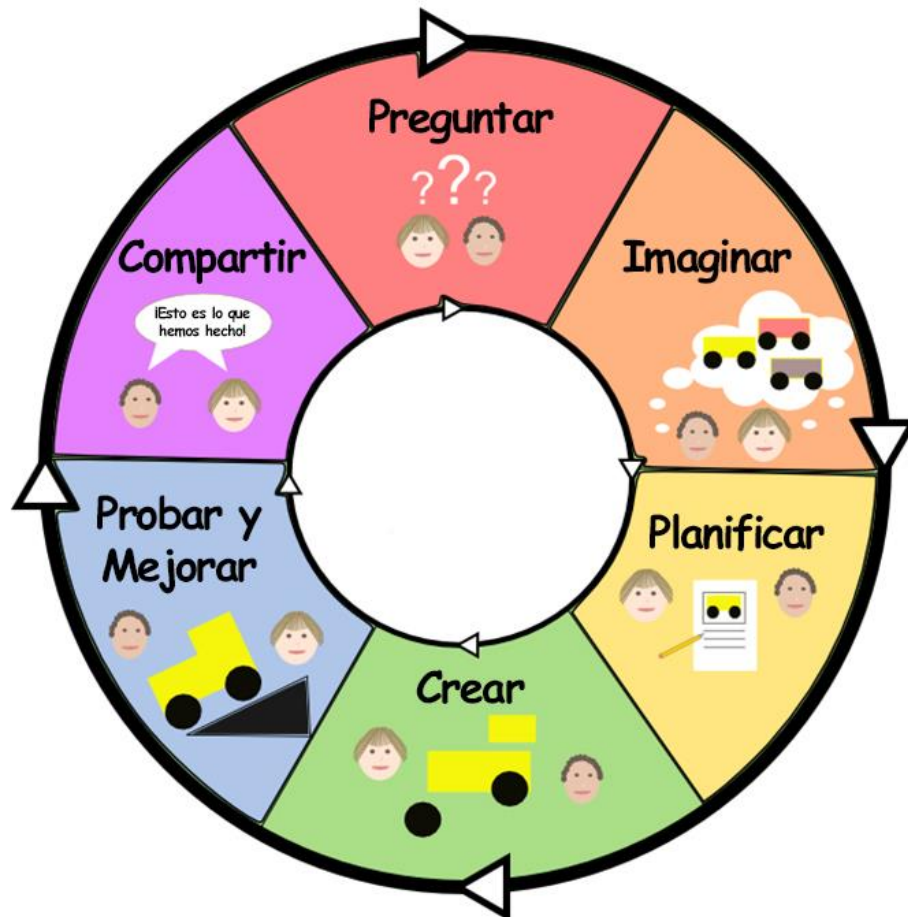
Libro: La ingeniería del ABC, de Patty O'Brien Novak, responde preguntas sobre cómo funcionan las cosas cotidianas y cómo la ingeniería se relaciona con tantas partes de la vida cotidiana de un niño/a. De una manera entretenida, este libro muestra cómo los ingenieros/as moldean nuestro mundo:



<https://www.amazon.com/Engineering-ABCs-Engineers-Shape-World/dp/1933916516>

Proceso de Diseño de Ingeniería

Al hacer proyectos, los ingenieros e ingenieras siguen una serie de pasos llamados "Proceso de Diseño de Ingeniería": **PREGUNTAR, IMAGINAR, PLANIFICAR, CREAR, PROBAR Y MEJORAR y COMPARTIR.**



El Proceso de Diseño de Ingeniería es un ciclo - no hay un punto inicial o final oficial.

Se puede comenzar en cualquier paso, mover hacia adelante y hacia atrás entre los pasos, o repetir el ciclo una y otra vez!

Canción: Proceso de diseño de ingeniería (Con la melodía de "Estrellita, estrellita, dónde estás": <https://www.youtube.com/watch?v=OZuA3bDwGrS>)

Letra:

*Preguntar e imaginar, planificar y crear, probar y mejorar y compartir lo que hacemos.
(Repetir)*

f) Salta si eres un ingenieros/as (5-10 min)

- Mirar una serie de imágenes de objetos creados por la naturaleza y otros realizados por las personas.
- El estudiante debe saltar si piensa que un ingeniero/a lo construyó y permanecer sentado si no piensan así.
- Debatir por qué sí o por qué no.
- Por ejemplo, algunas imágenes podrían ser puentes, perros, medicamentos, ordenadores y comida.

g) Piensa como un/a ingeniero/a (5 min)

- ¡Todo el mundo en la clase va a empezar a pensar como un ingeniero/a!
- Eso significa mirar el propósito de los objetos y cómo funcionan. ¿Cuáles son las diferentes partes que conforman el conjunto? ¿Qué hacen? ¿Por qué son importantes? Muestre las fotos de algunos vehículos diferentes y haga las preguntas de este ingeniero.
- Ejemplo 1: Bomberos - ¿Cuáles son las diferentes partes del camión de bomberos? ¿Qué función tiene cada parte? ¿Por qué es importante cada parte?



- Ejemplo 2: Camión de Helado- ¿Qué función tiene cada parte? ¿Qué partes son iguales a las del camión de bomberos? ¿Qué partes son diferentes? ¿Por qué?



h) Trabajo individual / parejas / pequeño grupo (20-25 min)

- Los estudiantes siguen los pasos del proceso de diseño de ingeniería y utilizan materiales de artes plásticas y materiales reciclados para crear un vehículo. Pueden utilizar tanto materiales estructurales como estéticos.
- Los estudiantes decoran sus vehículos no-robóticos.
- Los estudiantes deben demostrar a un docente que sus estructuras cumplen los siguientes criterios cuando estén listos.
- Los criterios para que un vehículo sea exitoso son los siguientes:
 - Tiene ruedas que ruedan
 - Se puede empujar entre dos lugares en el piso
 - Tiene un lugar para montar a la persona de juguete (conductor)
 - Permanece intacto al ser manipulado y empujado por el suelo.
 - Está decorado para representar la historia de la persona que el estudiante entrevistó

El trabajo puede ser individual o grupal dependiendo la cantidad de recursos que se tengan.

i) Postal para la casa (5-10 min)

- Los niños y niñas recordarán las actividades realizadas en el día. Intentarán recordar los vehículos que vieron, las formas que notaron y lo que más les gustó.
- Los niños y niñas llenarán una postal en blanco (en sus Diarios de Diseño de

Ingeniería) donde dibujarán imágenes describiendo su día para enviarlos a sus familias.

- Con ayuda, pueden tratar de etiquetar sus imágenes utilizando palabras de vocabulario (o dictar las palabras que el docente debe etiquetar).
- Cuando las tarjetas postales estén completas, recórtelas para que los niños y niñas puedan llevarlas a casa.

j) Insignias de expertos

- Los niños y niñas que terminan de construir sus vehículos y dominan todos los conceptos rápidamente llegan a usar una insignia que dice "Experto en ingeniería".
- Los expertos en ingeniería ofrecen ayuda a cualquier compañero/a que tenga dificultades.

k) Círculo de Tecnología (10 min)

- Después de terminar la actividad, los estudiantes comparten sus creaciones.
- Pueden hacer uno o más de las siguientes acciones: explicar las características de su creación, mostrar cómo se mueve su creación, describir las características que hacen robusto a su diseño final, hablar de lo que encuentran fácil y difícil, y compartir cualquier cosa que cambió de su plan original. También pueden compartir sus postales u otras creaciones que hayan realizado.

l) Juego libre (10-20 minutos)

- Se puede proporcionar oportunidades para que los niños y niñas construyan libremente con LEGO® y otros materiales de artes plásticas.
- Anímelos a crear estructuras robustas. ¿Pueden hacer una estructura que permanecerá junta si se baja de la altura del tobillo? ¿Y la altura de la cintura?

Actividad 2: Qué es un Robot?

Idea poderosa: Los Robots tienen partes especiales para seguir instrucciones

Sinopsis

Los niños y niñas comparten ideas y aprenden lo que son los robots. Los niños y niñas construirán y probarán sus propios vehículos robóticos y los decorarán con trajes de todo el mundo.

La idea poderosa de la actividad 2 (los robots tienen partes especiales que les permiten seguir instrucciones) será importante para el éxito de los robots de los niños y niñas en las actividades posteriores

Conocimientos previos	Objetivos	
Las artes plásticas y materiales reciclados pueden encajar juntos para formar estructuras robustas. El proceso de diseño de ingeniería es útil para planificar y guiar la creación de estructuras. Los símbolos (imágenes, iconos, palabras, etc.) pueden representar ideas o cosas. Una cierta capacidad de reconocer letras o de leer es provechosa, pero no requerida.	Los estudiantes entenderán que....	Los estudiantes serán capaces de...
	Los robots necesitan partes móviles, como los motores, para poder realizar comportamientos especificados por un programa. El "cerebro" robótico tiene las instrucciones programadas que hacen que el robot realice sus comportamientos.	Describir los componentes de un robot KIBO. Escanear un programa en el robot KIBO usando los bloques de madera. Construir de forma robusta vehículos robóticos que se mueven.

Materiales / recursos:

- Fotos de diferentes robots y no robots
- Kit KIBOs
- Una variedad de materiales de artes plásticas y materiales reciclados para la

construcción y decoración

- Diarios de Diseño de Ingeniería
- Cartel de piezas de KIBO
- Insignias de expertos
- Redes de colaboración (una por niño/a)

Vocabulario:

- *Automático* - por sí mismo, sin la ayuda de una persona
- *Función* - la razón por la que se construyó una máquina o robot
- *Tablero principal* - el "cerebro" del robot
- *Motor* - la parte de un robot que la hace moverse
- *Robot* - una máquina que puede ser programada para hacer cosas diferentes
- *Ruedas* - las partes redondas de un vehículo que giran en círculos y permiten que se mueva
- *Alambres* - los tubos largos y delgados que conectan todas las partes del robot

Descripción de la actividad

¡Míralo, apréndelo, pruébelo!

Vamos a ver videoclips de algunos tipos diferentes de danzas de distintas culturas y luego: ¡hay que levantarse y probarlos!

Más adelante en la actividad, los niños y niñas decorarán sus robots con los trajes que vieron en los vídeos.

A continuación, se presentan algunas ideas iniciales para bailes de todo el mundo:

- **Hula:** Hula es una forma de baile acompañada por canto (oli) o canción (mele). Fue desarrollado en las islas hawaianas por los polinesios que originalmente se establecieron allí. El hula dramatiza o retrata las palabras del oli o mele en una forma visual de la danza. Hay muchos sub-estilos y tipos de hula.
Ver vídeo en: <http://www.youtube.com/watch?v=TUvetLdm3Uk&feature=related>
- **Danza del León:** La Danza del León es una forma de danza tradicional en la cultura china, en la que los intérpretes imitan los movimientos de un león en un disfraz de león. La danza del león se refiere a menudo erróneamente como danza del dragón. Una forma fácil de distinguir la diferencia es que un león es realizado por dos personas, mientras que un dragón necesita muchas personas.
Ver vídeo en: <http://www.youtube.com/watch?v=teer4fyMIMA>
- **Hava Nagila:** "Hava Nagila" es una canción folclórica hebrea que se ha convertido en un elemento básico de artistas de bandas en bodas judías y Bar /

Bat Mitzvahs. El Horah es un tipo de danza de círculo que se suele interpretar a las canciones populares israelíes ya veces a canciones judías, típicamente a la música de Hava Nagila.

Ver vídeo:

http://www.youtube.com/watch?v=LgvKCucx0oU&feature=results_main&playnext=1&list=PL7900844A4F132767

- El Charleston: El Charleston fue el baile que capturó el espíritu de la década de 1920. Fue bailado por una nueva generación de jóvenes americanos independientes, al nuevo jazz que estaba inundando el país. El baile comenzó en Charleston, Carolina del Sur, la ciudad de la que toma su nombre. En 1923, The Charleston fue presentado en el espectáculo de Broadway Runnin Wild, uno de los éxitos más grandes de la década.

Ver vídeo: <http://www.youtube.com/watch?v=TRvelle4uAs>

Saltar con Robots (5-10 min)

Mostrar una variedad de diferentes imágenes de robots y no robots como computadoras, automóviles, animales, alimentos y robots famosos como Wall-E y R2D2.

Además, puede ser útil mostrar robots de juguete (es decir, juguetes de peluche) y discutir cómo algo puede parecerse a un robot o una máquina en el exterior pero no tener ninguna parte mecánica real.

Para jugar este juego, los niños y niñas deben saltar arriba y abajo si piensan que la imagen mostrada es de un robot y en permanecen parados si piensan que no es un robot.

Más adelante, hacer una gráfica "¿Es un Robot?", y poner estas imágenes en una de tres categorías: Robots, Quizás Robots y No son Robots.

Representación gráfica de las respuestas de clase (10 min)

Los estudiantes saltan (o hacen otro movimiento) cuando piensan que declaraciones son verdaderas y se sientan por declaraciones que piensan que son falsas. A medida que avance la actividad, hacer un gráfico de Verdadero y Falso para cada pregunta a lo largo del eje horizontal y con el número de estudiantes a lo largo del eje vertical. Pedir a los estudiantes que coloquen un marcador (pegatina, símbolo, etc.) en la columna "Verdadero" o "Falso".

Como grupo de clase, los niños y niñas podrán leer el gráfico para ver si hay más respuestas "Verdaderas" o "Falso" para cada pregunta.

1. Los robots son máquinas (Verdadero).

2. Todos los robots están hechos de los mismos materiales (FALSO).
3. Los robots deben tener partes móviles (Verdadero).
4. Los robots pueden pensar por sí mismos (FALSO).
5. Todos los robots se parecen (FALSO).
6. Los robots deben poder moverse por la habitación (FALSO).
7. Los robots son operados usando controles remotos (FALSO).
8. Las personas les dicen a los robots cómo comportarse con una lista de instrucciones llamadas un programa (VERDADERO).
9. Algunos robots pueden decir lo que está sucediendo a su alrededor (VERDADERO). (Ejemplos: detección de luz, temperatura, sonido o un toque.)
10. Los robots están vivos (FALSO).

Introducir los conceptos y la tarea (10-15 min)

"Hoy hablaremos de lo que es un robot y aprenderemos a armar el robot KIBO."

Como clase, los niños y niñas discuten lo que piensan que es un robot y ejemplos de robots que conocen. Hablar acerca del gráfico "¿Es un robot?" Y definir las características de los robots. Puede ser útil ver vídeos de diferentes tipos de robots en acción, como robots domésticos, robots espaciales, robots de fábrica, robots de hospitales y robots hechos por niños y niñas.

A continuación, mostrar un robot KIBO e introduzca la parte clave del robot y sus funciones con la ayuda del póster de las partes de KIBO.

Finalmente, enseñar las diferentes piezas del Robot y hacer que los estudiantes canten y bailen.

Partes del Robot KIBO



Canción: Las Partes del Robot

(Con la melodía de "Dry Bones")

https://www.youtube.com/watch?v=gS1Scifu_Y

Las ruedas se conectan a los motores,

Los motores se conectan al cuerpo,

Los ingenieros le dan un programa,

¡Muévete, robot!

Trabajo individual / parejas / grupo pequeño (20-25 min)

Los estudiantes trabajarán individualmente o en parejas para armar el robot KIBO. Al fijar las diferentes partes, deben asegurarse de que las piezas están unidas firmemente y que no se caen. Además, los estudiantes deben experimentar con poner dos motores y dos ruedas en el lado para crear un vehículo, o poner un motor en la parte superior para crear una escultura cinética. Una vez que los estudiantes han ensamblado KIBO, deben decorar sus robots vistiendo a su robot con uno de los trajes que vieron en la actividad anterior.

Cuando piensan que tienen un robot funcionando y decorado, los estudiantes deben llevarlo a una estación de pruebas donde cargan el programa "Inicio, Adelante, Fin" y ejecutarlo. Esta prueba es para asegurarse de que su robot sigue las instrucciones correctamente y que es robusto. Los docentes pueden ayudar a asegurarse de que los motores de los robots estén bien orientados de manera que los motores giren como se esperaba para hacer que el robot avance.

Nota: Establecimiento de reglas y expectativas

Es importante establecer reglas sobre cómo los estudiantes deben tratar los materiales y las partes de los robots. También deben establecer expectativas sobre cómo quieren que se comporte el robot.

Guía práctica (5-10 min)

En los Diarios de Diseño de Ingeniería, pida a los estudiantes que expliquen cómo preparar el robot KIBO creando una serie de dibujos que muestren todas las diferentes partes robóticas y no robóticas que utilizaron. Anime a los estudiantes a usar las nuevas palabras de vocabulario que han aprendido para etiquetar las diferentes partes, o mandarlas a un docente que pueda escribir las etiquetas.

Insignias de expertos

Los niños y niñas que terminan de construir sus vehículos y dominan todos los conceptos rápidamente llegan a usar una insignia que dice "Experto en robótica".

Los Expertos en robótica ofrecen ayuda a cualquier compañero que tenga dificultades.

Círculo de Tecnología (10 min)

Haga que los estudiantes compartan sus creaciones con el resto de la clase (o un grupo pequeño). Durante este tiempo, los estudiantes pueden compartir las partes y características de su robot, compartir lo que encuentran fácil o difícil, o compartir lo que hace que su robot robusto.

¿Qué piensan que pasará si hacen que un robot le falte una de sus piezas? ¡Pruébalo!

Juego libre (10-20 minutos)

Proporcionar oportunidades para que los niños y niñas construyan libremente con las piezas KIBO y con otros materiales de construcción.

Actividad 3: Qué es Programación?

Idea poderosa: Flujo de control por secuencias e instrucciones

Sinopsis:

Para esta actividad, los estudiantes eligen las instrucciones apropiadas y aprenden la importancia de la secuencia mientras programan sus robots para bailar el Hokey-Pokey (<https://www.youtube.com/watch?v=Bsuzl0lW2Dc>).

Esta actividad se puede hacer con muchas otras canciones para niños y niñas. Si lo desea, piense en otras canciones y en cómo programar un robot para bailar con las palabras.

¡Sea creativo (los niños y niñas lo serán)!

Conocimientos previos	Objetivos	
Los símbolos (imágenes, iconos, palabras, etc.) pueden representar ideas o cosas. Un robot es una máquina que puede actuar por sí misma una vez que recibe instrucciones apropiadas. Los robots KIBO tienen partes especiales (es decir, motores, ruedas y un "cerebro").	<i>Los estudiantes entenderán que...</i>	<i>Los estudiantes serán capaces de...</i>
	Cada bloque corresponde a una instrucción específica. Un programa es una secuencia de instrucciones que es seguida por un robot. El orden de los bloques dicta el orden en que el robot ejecuta las instrucciones. .	Señalar o seleccionar el bloque apropiado correspondiente a una acción de robot planificada. Conectar una serie de bloques montando las clavijas de un bloque en el orificio del siguiente bloque. Escanear un programa completado en el robot KIBO Corregir la secuencia si ven que no funciona (depuración).

Materiales / recursos:

- *Un kit KIBO para cada alumno / pareja*
- *Juego KIBO dice*
- *Bloques de programación KIBO*
- *Diseño de Ingeniería Revistas para la planificación*
- *Redes de colaboración (una por niño/a)*

Vocabulario:

- *Código de barras - un patrón de líneas que son legibles por máquinas como el robot KIBO*
- *Instrucción - una dirección que un robot escuchará*
- *Orden - partes de un grupo arregladas para tener sentido*
- *Programa - un conjunto de instrucciones para un robot*
- *Escáner- dispositivo electrónico para la lectura de códigos de barras impresos*
- *Secuencia - el orden de las instrucciones que un robot seguirá exactamente*

Descripción de la actividad

Coreografía

¿Cómo sabemos qué baila?

Antes del comienzo de esta actividad, hable con los estudiantes sobre la coreografía. La coreografía es el movimiento que realizan los bailarines. Explique a los estudiantes que la coreografía es importante para los bailarines, ya que les da instrucciones sobre cómo moverse y les dice el orden.

Por ejemplo, haga que los estudiantes se levantan y hagan el baile de La Macarena.

Pregúnteles ¿cómo sabían qué movimientos hacer? ¿conocen alguna otra danza de todo el mundo que tenga un orden específico?

Más adelante en esta actividad, los niños y niñas programarán sus robots KIBO para bailar el Hokey Pokey, que es una danza que tiene una coreografía especial.

Explique a los estudiantes que un programa para un robot es como una coreografía para bailarines - les dice cómo y cuándo moverse.

KIBO Dice (5-10 min)

Esta actividad se juega como el tradicional "Simon dice" juego en el que los estudiantes repiten una acción si Simon dice que hacer algo. Después de presentar brevemente cada instrucción de programación y lo que significa, pida a la clase que se haga cargo de este juego.

Sostenga un gran icono de KIBO a la vez y diga "El programador le dice a _____". Revise cada instrucción individual varias veces hasta que la clase la consiga. Una vez que la clase está familiarizada con cada instrucción, el Programador puede comenzar a dar a la clase programas completos para ejecutar.

Al igual que en el verdadero Simon dice, el programador puede hacerlo difícil! Por ejemplo, si el Programador olvida dar una instrucción Inicio o Fin, ¿debería la clase seguir moviéndose?

Introducir los conceptos y la tarea (10 min)

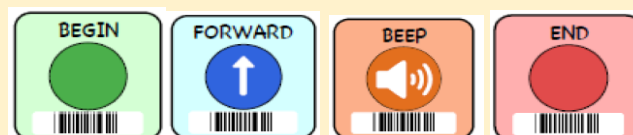
"Hoy vamos a dar instrucciones, o programas, a nuestros robots para que hagan el Hokey-Pokey". Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=qXA0ugVxsGo&t=54s>

Toda la clase cantará y bailará el Hokey Pokey para asegurarse de que todo el mundo lo recuerde.

Mostrar las diferentes acciones, o instrucciones de programación que KIBO puede hacer. Para esta actividad es útil mostrar solamente los bloques Inicio, Fin, Azul (acción) y naranja (sonido). Enfatizar que cada programa debe comenzar con un Inicio y terminar con un Fin. Luego, mostrar cómo conectar los bloques y escanear un programa en KIBO. Crear un programa de demostración para mostrar la clase.

¿Qué es un Programa?

Un programa es una secuencia de instrucciones que el robot actúa en orden. Cada instrucción tiene un significado específico y el orden de las instrucciones afecta las acciones generales del robot.



Programar al docente (5-10 min)

Usando el juego KIBO Dice, los niños y niñas trabajarán como clase para "programar" a su docente para moverse de una parte de la habitación a la otra.

Un ejemplo sería que los niños y niñas "programen" a su docente para que se mueva utilizando los bloques "Inicio", "Adelante", "Adelante", "Girar a la izquierda", "Adelante" y "Fin". El objetivo de este juego es que los estudiantes practiquen la secuenciación como clase antes de trabajar individualmente o en grupos pequeños. Antes de que el docente-robot se mueva, los niños y niñas pueden hacer predicciones sobre dónde acabará posicionado el docente-robot. Puede ser útil dejar que los niños y niñas cometan errores para fomentar una discusión sobre la resolución de problemas y la secuenciación.

Trabajo individual / parejas / pequeño grupo (20-25 min)

Individualmente o en grupos, los estudiantes deberán programar sus KIBOs para hacer el Hokey Pokey. Cuando todos los programas de los grupos están hechos, todo el mundo hace el Hokey Pokey con los robots!

Si los estudiantes terminan temprano, pueden programar sus robots para bailar otras canciones.

Recuento y Secuenciación (5 min)

¿Cuántas veces los estudiantes usaron cada bloque de programación? ¿En qué orden pusieron sus bloques? Los niños y niñas mantendrán un registro de los números de avance, retroceso, giro, sacudida y pitido de los bloques que usan para sus programas Hokey Pokey. ¿Utilizó toda la clase el mismo número de cada bloque?

Programación (5-10 min)

Los estudiantes se emparejarán. Un niño/a inventará un programa utilizando los bloques KIBO y lo representará, mientras que el otro compañero/a adivinará cuáles son las instrucciones de programación. Cambiar el rol entre los estudiantes. Luego, pedir que trabajen juntos para crear un programa que representar en la clase usando pegatinas o recortes de los bloques KIBO.

Insignias de expertos

A los niños y niñas que terminen temprano se les dará una insignia que diga "Experto/a en Programación". Los Expertos/as en Programación ofrecen ayuda a cualquier compañero que tenga dificultades para programar.

Círculo de Tecnología (10 min)

Los estudiantes deben compartir sus creaciones. Pueden hacer uno o más de las siguientes tareas: explicar los bloques que usaron para su programa, hablar de lo que encontraron fácil y difícil, y compartir cualquier cosa que cambiaron de su plan original.

Si lo desea, se puede grabar en video la clase bailando el Hokey-Pokey con sus robots para hacer un "video musical" para enviar a casa a la familia!

Vídeo Hokey-Pokey: <https://www.youtube.com/watch?v=JvyPizWDUTI>

<https://www.youtube.com/watch?v=qXA0ugVxsGo>

Juego libre (10-20 minutos)

Se pueden proporcionar oportunidades para que los niños y niñas jueguen con escanear bloques diferentes y ver qué pasa. Cuando los estudiantes estén listos, pídeles que planifiquen con anticipación lo que quieren que haga el robot.

Actividad 4: ¿Qué son los Sensores? (Parte 1)

Idea Poderosa: Sensores

Sinopsis:

Los estudiantes aprenderán acerca de los sensores y programarán a sus robots para que canten y bailen a la canción "Si estás feliz y lo sabes" (https://www.youtube.com/watch?v=K_TNL4Q9ZGs). Los estudiantes aprenderán específicamente sobre el sensor de sonido y el bloqueo de espera para aplauso en esta actividad.

Conocimientos previos	Objetivos	
Entender que los seres humanos y los animales tienen órganos de los sentidos. Comprender que las personas y los animales utilizan la información proporcionada por sus sentidos para ayudar a tomar decisiones. Un robot es una máquina que puede actuar por sí misma una vez que recibe instrucciones apropiadas. Los robots KIBO exploran bloques para aprender un programa Arreglar y escanear bloques en un orden diferente dará lugar a un programa diferente.	<i>Los estudiantes entenderán que...</i>	<i>Los estudiantes serán capaces de...</i>
	Un robot puede percibir su entorno con un sensor. Hay diferentes tipos de sensores.	Utilizar un sensor de sonido con KIBO. Programar con el bloque "Esperar por aplauso" Comparar y contrastar sensores humanos y sensores de robots.

Materiales / recursos:

- Un kit KIBO (estudiante, pareja, grupo)
- Juego de cartas Partes de KIBO y chips de plástico
- Bloques de programación KIBO
- KIBO Sensor de Sonido
- Diarios de Diseño de Ingeniería
- Insignias

Vocabulario:

- *Sentidos - La forma en que los seres humanos y los animales toman información sobre el entorno. Los seres humanos tienen cinco sentidos: tacto, gusto, olfato, vista y audición.*
- *Sensor - una pieza especial que ayuda a la máquina a tomar información sobre el entorno; Hay sensores son muy parecidos a los sentidos humanos.*

Descripción de la secuencia

Usando nuestros sentidos mientras bailamos

¿Cómo usamos nuestros sentidos cuando bailamos por nosotros mismos? ¿Qué tal cuando bailamos con otra persona? ¿Qué tal si bailamos en grupo?

Introduzca diferentes canciones donde los niños y niñas puedan bailar solos, en pareja y en grupo (síntase libre de usar canciones nuevas o de las lecciones anteriores).

Mientras los estudiantes bailan, pídeles que piensen en cómo están usando sus sentidos. Luego, debate sobre lo que vieron, sintieron, oyeron, tocaron y probaron. ¿Se usaron uno o dos sentidos más que otro?

Partes de KIBO - Bingo (10 min)

Revise las diferentes partes de KIBO jugando *al Bingo*. Dé a cada estudiante una tabla de BINGO y algunas virutas de plástico. Pida a cada estudiante colocar un chip en el "espacio libre". Luego, sostenga una pieza de KIBO a la vez. Cada estudiante debe encontrar la imagen de esa pieza en su tablero BINGO y cubrirla con un chip. Juegue hasta que un estudiante grita "KIBO", que es cuando tienen cuatro imágenes en una fila cubierta.

Sensores- Paseo (10-15 minutos)

Divida la clase en dos grupos: Humanos y Robots. Puede dar un paseo alrededor de la escuela o vecindario con la clase. Como clase, mantenga una lista de todas las cosas diferentes que los humanos y los robots pueden sentir y qué parte utilizaron para sentirla. Por ejemplo, el grupo humano puede sentir la luz del sol con sus ojos mientras que los estudiantes en el grupo de robots sentirían esto con sus sensores de luz. Los niños y niñas del grupo de robots no necesitan limitarse a los sensores KIBO, pero pueden pensar creativamente sobre todo tipo de sensores que un robot pueda tener. Al

regresar al aula, compare y contraste las listas de Humanos y Robots. ¿Hay algunas cosas que los humanos pueden sentir pero los robots no pueden? ¿Qué pasa al revés?

Introducir los conceptos y la tarea (10-15 min)

Presente y analice en clase a través de ejemplos de los sentidos humanos y cómo estos sentidos nos permiten recopilar información sobre lo que está sucediendo a nuestro alrededor, para que podamos tomar decisiones basadas en esta información. Luego explique a los estudiantes que necesitan instrucciones de programación para decirle al robot qué hacer con la información de sus sensores. Muestre el bloque Esperar por aplausos y cree un programa de ejemplo todos juntos. Ejecute el programa y haga que los estudiantes discutan lo que el robot está haciendo.

A continuación, muestre la distancia y los sensores de luz. Explique que estos sensores están programados con bloques diferentes (bloques Repetir y Fin repetir, y bloques Si y Fin Si). Explique que podrán experimentar con los otros dos sensores en una actividad posterior.

¿Qué es el sensor de Sonido?

El sensor de sonido de KIBO puede escuchar sonidos, al igual que las orejas. Se programa con el bloque Esperar por aplauso.



Trabajo individual / parejas / grupo pequeño (20-25 min)

Los estudiantes añadirán un sensor de sonido a su robot para ayudarles a bailar a "Si estás feliz y lo sabes". Los niños y niñas programarán a sus robots para que se muevan en cualquier dirección durante la letra "Si estás feliz lo sabes" y a continuación, esperar hasta que el robot oiga un aplauso (que representa el bloque "Esperar por aplausos"). Los estudiantes entonces seleccionan sus instrucciones favoritas para demostrar que su robot es feliz. Los estudiantes pueden elegir tan pocos o tantos bloques como desearían poner después del bloque "Espera para aplaudir".

Si los estudiantes terminan temprano o quieren un reto, pueden programar a su robot para bailar otras canciones o bailes, pero incorporando el sensor de sonido.

Sensores en el mundo (5-10 min)

Como clase, pensar en sensores que están en nuestra vida cotidiana. Hacer una lista de todos los sensores que la clase puede pensar en los siguientes lugares: baño, edificio de oficinas, aula y transporte público.

Siéntase libre de añadir otra categoría, además de estas sugerencias.

Luego, cuente cuántos sensores que la clase identificó en cada lugar, y compare. ¿Por qué un lugar podría tener más sensores que otro?

Los docentes pueden crear un gráfico para representar los resultados si así lo desean.

Insignias de expertos

Los niños y niñas que completen y demuestren dominio de todos los conceptos rápidamente llevarán una insignia que dice “Experto del sensor.”

Los expertos sensor ofrecerán ayuda para solucionar problemas a los compañeros de clase que experimentan dificultades inherentes a sus sensores o de programación con sensores.

Círculo de Tecnología (10 min)

Los estudiantes compartirán sus programas. Ellos pueden hacer una o más de las siguientes opciones: mostrar sus bloques de programación y señalar donde decidieron añadir el bloque Esperar aplausos, demostrar diferentes formas de activar el sensor de sonido (aplausos, hablar, etc.), y compartir cosas que eran difíciles de entender.

Juego libre (10-20 minutos)

Se pueden proporcionar oportunidades para que los niños y niñas experimenten con el bloque Esperar Aplausos y el sensor de sonido. ¿Qué sucede cuando el sensor de sonido no está conectado? ¿Qué pasa si no se coloca nada después del bloque Esperar por aplausos?

Actividad 5: ¿Qué es Repetir?

Idea poderosa: Repetir (Bucles y Números)

Sinopsis:

Los estudiantes aprenderán acerca de una nueva instrucción que hace que el robot repita otras instrucciones infinitamente o un número dado de veces. Utilizarán estas nuevas instrucciones para programar sus robots para moverse entre dos destinos ubicados en los extremos opuestos de un "camino", con un giro en él mismo.

Conocimientos previos	Objetivos	
Un robot es una máquina que puede actuar por sí misma una vez que recibe instrucciones apropiadas. Los robots KIBO tienen módulos Los robots KIBO exploran bloques para aprender un programa. La organización de los mismos bloques en un orden diferente dará lugar a un programa diferente.	<i>Los estudiantes entenderán que...</i>	<i>Los estudiantes serán capaces de...</i>
	Una instrucción o secuencia de instrucciones puede ser modificada para repetir. Algunas instrucciones de programación, como 'Repetir', se pueden calificar con información adicional.	Reconocer una situación que requiere un programa en bucle. Hacer un programa que los bucles. Utilizar los parámetros de número para modificar el número de veces que se ejecuta un bucle.

Materiales / recursos:

- Un kit KIBO para cada alumno / pareja
- KIBO dice juego
- Bloques y parámetros de programación KIBO
- Diarios de Diseño de Ingeniería
- Materiales de construcción no robóticos
- Cinta de enmascarar, para crear el camino formado diferente

Vocabulario:

- *Bucle* - algo que se repite una y otra vez
- *Parámetro* - un límite que un robot seguirá
- *Patrón* - un diseño o secuencia que se repite
- *Repetir* - hacer algo más de una vez

Descripción de la secuencia

¡Crear una danza!

Los estudiantes trabajarán con un compañero/a o en un grupo pequeño para crear su propio baile.

Se debe explicar a los estudiantes que pueden elegir los movimientos que quieran, pero al menos una parte de la danza debe repetirse.

Luego, haga que los estudiantes realicen su baile delante de la clase y señalen qué parte o partes hicieron más de una vez.

KIBO Dice o Programa al Docente (5-10 min)

Juegue "KIBO Dice" o "Programa al Docente" (vea las instrucciones de la Actividad 3) para que los estudiantes practiquen reconociendo los iconos de programación de KIBO y creando programas.

Patrones y Conteo (5 min)

Después de mostrar que es un patrón a través de un programa de ejemplo y ver cómo se comporta un robot, los niños y niñas identificarán la unidad repetitiva, contarán cuántas veces se repite y (como clase) cambiarán el programa para que use una repetición y así lograr el mismo resultado.

Introducir los conceptos y la tarea (10-15 min)

Introduzca los bloques "Repetir" y "Fin Repetir". ¿Qué significa repetir algo? Haga un modelo de programa de repetición para demostrar la sintaxis adecuada. Enfatice que el robot sólo repite las instrucciones entre los bloques "Repetir" y "Finalizar repetición".

Escanear el siguiente programa a un robot KIBO y ejecutarlo: Inicio, Repetir por siempre, Adelante, Fin Repetir, Fin.

Observe cómo el robot no se detendrá a menos que presione el botón (para detenerlo).

Introduzca los Parámetros de Números ("Números") y muéstreles cómo agregarlos al programa de repetición para que haga un bucle con el número de veces antes de detenerse.

Como clase, crear y escanear varios programas simples Repetir-Bucle y ver lo que hace el KIBO.

¡Probar algunos programas sintácticamente incorrectos también!

¿Qué es el Bucle de Repetir?

Repetir y terminar Repetir son como el pan de un bocadillo. Los bloques de programación puestos dentro de ellos son como el relleno. KIBO sólo repetirá los comandos que se colocan dentro del bucle Repetir-Bucle. Los segmentos del código colocados fuera del sándwich no se repetirán.



Trabajo individual / parejas / grupos (20-25 min)

Los estudiantes explorarán una situación en la cual algunas, pero no todas las instrucciones necesitan ser repetidas. Los estudiantes programan al robot para conducir de un destino a otro a lo largo de caminos con diferentes formas, haciendo que el robot se detenga cuando llegue.

Algunos ejemplos de formas para crear con cinta de enmascarar son rectas, en forma de "L", y los caminos cuadrados. Establecer varios caminos, tal vez de diferentes longitudes y ramificaciones.

Nota: Adaptación del desafío

Rompa el desafío en partes: primero pídeles a los estudiantes programar a sus robots para que avancen por una parte de su camino antes de añadir el turno y la segunda etapa del viaje. Tales ajustes pueden hacer una gran diferencia para algunos estudiantes, ya que el uso de repeticiones puede ser complejo.

Ejercicio del cepillo de dientes (5-10 min)

Pida a los estudiantes que piensen en la forma en que se cepillan los dientes como una tarea que requiere movimientos repetitivos (como mover el cepillo de dientes de izquierda a derecha) y otros movimientos que sólo ocurren una vez (como exprimir la pasta de dientes).

Trabajando en parejas, haga que los estudiantes simulen que son un robot que necesita un programa para cepillarse los dientes. Usando instrucciones de programación (e instrucciones compuestas como "escupir" y "enjuagar"), pídeles que formen un programa que utilice repeticiones y que actúe para un compañero. ¿Tenían el mismo programa o programas diferentes?.

Insignias de expertos

Los niños y niñas que terminen de dominar todos los conceptos rápidamente llegarán a usar una insignia que dice "Experto de repetición". Los expertos de repetición ofrecerán ayudas para solucionar problemas a sus compañeros de clase que experimentan dificultades para programar el robot con repeticiones.

Círculo de Tecnología (10 min)

Los estudiantes compartirán sus programas y discutirán cómo funciona el bloque Repetir, especialmente cómo el orden es importante.

Juego libre (10-20 minutos)

Los estudiantes necesitan tiempo para explorar las nuevas instrucciones. Deben crear programas que utilicen o no utilicen las nuevas instrucciones. Esta exploración les permitirá familiarizarse con los bloques y ver cómo el robot sigue las instrucciones antes, entre o después de los bloques "Repetir" y "Repetir fin", y cuando las repeticiones son útiles.

Actividad 6: ¿Qué son los sensores? (Parte 2)

Idea poderosa: Sensores

Sinopsis

Los estudiantes aprenderán acerca de los sensores de distancia y de luz y programarán a su robot para que recorran caminos diferentes usando uno de los sensores y los bloques de repetición y repetición final.

Conocimientos previos	Objetivos	
Entender que los seres humanos y los animales tienen órganos de los sentidos. Comprender que las personas y los animales utilizan la información proporcionada por sus sentidos para ayudar a tomar decisiones. Un robot es una máquina que puede actuar por sí misma una vez que recibe instrucciones apropiadas. Los robots KIBO exploran bloques para aprender un programa Arreglar y escanear bloques en un orden diferente dará lugar a un programa diferente.	<i>Los estudiantes entenderán que...</i>	<i>Los estudiantes serán capaces de...</i>
	Un robot puede percibir su entorno con un sensor. Hay diferentes tipos de sensores. Un robot puede reaccionar a los datos recogidos cambiando su comportamiento. Ciertas instrucciones (como "Repetir") se pueden modificar con datos del sensor.	Utilizar un sensor de distancia y luz con KIBO. Comparar y contrastar sensores humanos y sensores de robot.

Materiales / recursos:

- Cuento sobre los 5 sentidos ("*Los cinco sentidos de Nacho*" o cambiar)
- Un kit KIBO para cada estudiante, pareja, grupo
- Bloques de programación KIBO
- KIBO Sensores de distancia y luz
- Regla
- Diarios de Diseño de Ingeniería
- Insignias de expertos

Vocabulario:

- *Sentidos* - La forma en que los seres humanos y los animales toman información sobre el entorno. Los seres humanos tienen cinco sentidos: tacto, gusto, olfato, vista y audición.
- *Sensor* - una pieza especial que ayuda a la máquina a tomar información sobre el entorno. Hay sensores son muy parecidos a los sentidos humanos.

Descripción de la secuencia

Comidas del mundo

Tienen una clase con alimentos, música y materiales de todo el mundo. Los niños y niñas traerán comida y artículos que representen algo sobre su cultura para compartir con la clase.

Llevar un registro de las diferentes formas en que utiliza sus cinco sentidos para experimentar las diferentes culturas.

¿Qué gusto tenían, olían, tocaban, oían y veían? ¿Qué cosas eran similares y qué eran diferentes?

Mis cinco sentidos (10-15 min)

Lea la historia "*Los cinco sentidos de Nacho*" (se puede cambiar por otro cuento) y discuta acerca de cuándo los estudiantes pueden usar cada uno de sus cinco sentidos. Luego, en sus Diarios de Diseño de Ingeniería, haga que los estudiantes escojan uno de los cinco sentidos y dibujen una situación en la que usarían ese sentido. Con ayuda, pueden tratar de usar palabras para describir las situaciones (o dictar las palabras para que el docente escriba).

Introducir los conceptos y la tarea (10-15 min)

Revisar ejemplos de los sentidos humanos y cómo estos sentidos nos permiten recopilar información sobre lo que está sucediendo a nuestro alrededor, para que podamos tomar decisiones basadas en esta información.

Explicar a los estudiantes que necesitamos instrucciones especiales de programación para decirle al robot qué hacer con la información de sus sensores.

Mostrar los bloques Repetir y Fin Repetir, que ahora están familiarizados, y las nuevas tarjetas de parámetros Hasta Cerca / Hasta Lejos y Hasta Luz / Hasta Oscuridad.

Crear dos programas de ejemplo juntos, uno que utiliza el sensor de distancia y uno que utiliza el sensor de luz.

Ejecutar el programa y haga que los estudiantes discutan lo que el robot está haciendo.

¿Qué son los sensores de distancia y de luz?

KIBO utiliza el sensor de distancia para ver cómo de cerca o lejos está KIBO de otros objetos. Con los parámetros de distancia, el sensor de distancia se puede utilizar con bucles de repetición para controlar cómo se mueve KIBO.

El sensor de luz de KIBO puede detectar la luz en la habitación que la rodea. Si una luz está brillando en KIBO, el sensor de luz indicará a KIBO que está "brillante". Si no hay luces brillando en KIBO, el sensor de luz le dirá a KIBO que está "oscuro".



Trabajo en parejas/ pequeño grupo (20-25 min)

Los estudiantes deben crear programas usando el sensor de distancia o el sensor de luz para que sus robots vayan por diferentes caminos.

Colocar una cinta en diferentes formas (como una línea recta, en forma de "L" y en forma cuadrada) a lo largo del piso para crear diferentes rutas para el robot KIBO.

Los estudiantes deberán elegir uno de los sensores (distancia o luz) y programarlo utilizando los bloques Repetir y Finalizar repetición, así como el parámetro apropiado, para detenerse al final de cada trayectoria.

Puede ser útil para los estudiantes comenzar con el camino de la línea recta antes de pasar a un camino más complejo.

¿Qué cerca está? (5-10 min)

Como clase, experimentar con lo cerca que alguien debe estar para que el robot

perciba su entorno.

Escanear el siguiente programa en un robot: Inicio, Repetir hasta cerca, Agitar, Fin Repetir, Fin.

Comenzar con el sensor de distancia e invitar a un estudiante a ser el probador y un estudiante a ser el medidor. Haga que el medidor tome una regla y mida 12 pulgadas lejos del robot. Luego, después de que el programa del robot haya comenzado, haga que el probador posicione su mano en esa marca y mueva lentamente su mano más cerca del sensor de distancia. Cuando el robot deje de temblar, haga que el medidor determine a que distancia debe tener la mano para que el robot perciba que algo está cerca. Repetir esta actividad con los sensores de sonido y luz.

Insignias de expertos

Los niños y niñas que completen el dominio de todos los conceptos rápidamente llegar a llevar una insignia que dice “Experto del sensor.” Los expertos sensor ofrecerán ayuda para solucionar problemas a los compañeros de clase que experimentan dificultades inherentes a sus sensores o de programación con sensores.

Círculo de Tecnología (10 min)

Los estudiantes compartirán sus creaciones. Pueden hacer una o más de las siguientes acciones: explicar los bloques que utilizaron, hablar de lo que encontraron fácil y difícil, y compartir cualquier cosa que cambiaron de su plan original.

Juego libre (10-20 minutos)

Proporcionar oportunidades a los niños y niñas para programar libremente KIBO usando los bloques de repetición y los sensores de luz y distancia.

Actividad 7: ¿Qué son los “condicionales”?

Idea poderosa: Sensores y ramificaciones

Sinopsis:

Los estudiantes programarán un robot para tomar diferentes acciones basadas en el estado de un sensor.

Conocimientos previos	Objetivos	
El robot KIBO es una máquina que puede actuar por sí sola una vez que recibe las instrucciones adecuadas. Los robots KIBO tienen partes especiales (es decir, motores, ruedas y un "cerebro"). Algunas de estas partes especiales se llaman "sensores". Los robots KIBO exploran bloques para aprender un programa Arreglar y escanear bloques en un orden diferente dará lugar a un programa diferente. Algunas instrucciones pueden ser calificadas con información adicional.	<i>Los estudiantes entenderán que...</i>	<i>Los estudiantes serán capaces de...</i>
	Un robot puede 'elegir' entre dos secuencias de instrucciones dependiendo del estado de un sensor.	Conectar un sensor de luz al robot. Identificar una situación que necesita un programa ramificado. Hacer un programa que utiliza una rama.

Materiales / recursos:

- KIBO dice
- Un robot para cada niño/a o pareja
- Sensores de distancia y luz KIBO
- Una linterna por niño/a o par
- Bloques de programación KIBO
- "Inicio" y otros iconos de destino
- Cinta para crear una "T" en forma de carretera
- Diarios de Diseño de Ingeniería

Vocabulario:

- *Programa ramificado* - un programa con dos o más secuencias posibles
- *Condicional* - sólo ocurre a veces

Descripción de la secuencia

Preparación para el Proyecto Final: Explicar a los estudiantes que más tarde, ellos decorarán y programarán sus robots para hacer un baile de todo el mundo.

Para esta actividad, los estudiantes investigarán una danza (ya sea por sí mismos, en parejas o en grupos). Con la ayuda de los profesores, los niños y niñas responderán a las siguientes preguntas en sus Diarios de Diseño de Ingeniería:

- 1) ¿En qué país se originó mi baile?
- 2) ¿Cuáles son tres hechos sobre este país?
¿Cómo se ve la bandera?
- 3) ¿La gente todavía practica esta danza hoy?
- 4) ¿Qué tipo de música es mi baile realizado? ¿Hay alguna canción en particular, tipo de instrumento, etc.?
- 5) ¿Hay ropa particular o trajes usados durante este baile?
- 6) ¿Es esta danza asociada con una fiesta, evento o práctica religiosa?

KIBO Dice o Programa al Docente (10 min)

Juegue "KIBO Dice" o "Programa al Docente" (ver Actividad 3) para que los estudiantes practiquen reconociendo los iconos de programación de KIBO y creando programas. Si está jugando "Programa al docente", asegúrese de crear también programas que usen los bloques Repetir y Fin Repetir.

Luz roja, luz verde (5-10 min)

En grupos pequeños, haga que los estudiantes se turnen para ser el "policía de tráfico". El policía de tráfico da órdenes al grupo tal como "si es verde, saltar 3 veces. Si es rojo, siéntate." El policía de tráfico entonces sostiene una hoja de papel roja o verde, y los otros estudiantes en el grupo deben completar las instrucciones en consecuencia.

Pruebe el juego como la clase primero, y una vez que los niños y niñas se sientan cómodos con él, hágalo en grupos más pequeños.

Introducir los conceptos y la tarea (10-15 min)

En los programas que hemos aprendido hasta ahora, el robot sólo tiene una opción de qué instrucciones hacer a continuación. Hoy aprenderemos una instrucción que le da al robot dos opciones. El robot utiliza un sensor para decidir qué conjunto de instrucciones seguir cada vez que el programa se ejecuta.

Discutir situaciones del mundo real donde existan condiciones (como si va a llover, voy a traer un paraguas). Introduzca los bloques Si y Fin-Si, así como los parámetros Cerca / Lejos y Luz / Oscuridad.

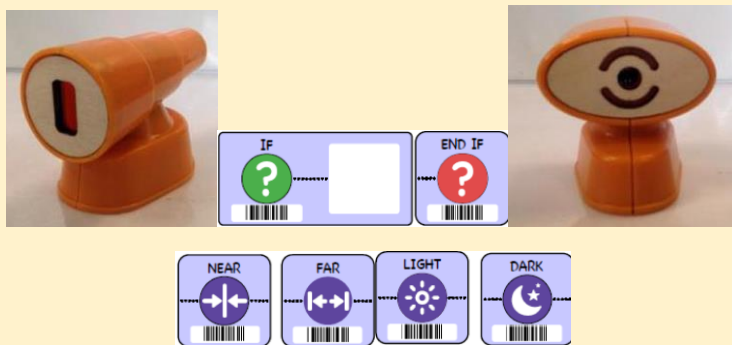
Crear el siguiente programa: Inicio, Si está cerca, Agitar, Fin si, Cantar, Fin.

Demostrar lo que sucede cuando lo hace y no poner su mano delante del sensor.

Crear otro programa usando el sensor de luz y demostrar las dos situaciones (con la mano y sin ella).

¿Qué es una declaración Si?

¡Las declaraciones "Si" le permiten a KIBO hacer elecciones basadas en lo que puede sentir, al igual que sus estudiantes pueden! Utilice estos cuatro parámetros (a continuación) con instrucciones Si. ¡Recuerda conectar los sensores apropiados!



Simon Dice (5-10 min)

Juega el juego tradicional de "Simon Dice" para ayudar a los estudiantes a familiarizarse con el proceso de pensamiento detrás de las condiciones. Por ejemplo, "Simon dice:" Si las luces están encendidas, salta dos veces, (si no, póngase de pie) ".

Trabajo individual / parejas / pequeño grupo (20-25 min)

En un mapa en forma de T en el piso, los estudiantes programarán a su robot para que regrese a casa si está oscuro e ir a la escuela si hay luz.

Una vez que los estudiantes hayan creado con éxito un programa con el sensor de luz, los estudiantes programarán a su robot para que deje de avanzar si están en un semáforo.

Hoja de Trabajo (5-10 min)

Los estudiantes completarán una hoja de trabajo sobre sus horarios diarios y semanales. Completarán la segunda mitad de una declaración "Si, entonces" tal como "Si es sábado, _____" de la forma que quieran y dibujarán una imagen de la actividad que están describiendo.

Insignias de expertos

Los niños y niñas que terminan de dominar todos los conceptos rápidamente llegarán a usar una insignia que dice "Experto en condicionales". Los expertos en condicionales ofrecerán ayuda a los compañeros de clase que experimenten dificultades para conectar sus sensores o programar con condicionales.

Círculo de Tecnología (10 min)

Los estudiantes compartirán el programa que hicieron, lo que han hecho y todo lo que encontraron fácil, difícil o sorprendente durante la actividad.

Los niños y niñas a veces piensan que los condicionales hacen que el robot haga un programa o el otro, siempre que el sensor esté en ese estado. Esto es importante aclarar con demostraciones.

Juego libre (10-20 minutos)

Permitir que los estudiantes exploren los programas de construcción con los bloques condicionales. Esta exploración les da la oportunidad de aprender a usar el bloque en un programa, pensar en situaciones que lo requieran, y además entender cómo usar sensores.

Actividad 8: Los bailes típicos de Canarias:

El baile de “Magos”

Proyecto

Sinopsis:

Los estudiantes trabajarán solos, en parejas o en grupos para construir y programar un robot que demuestre lo que han aprendido sobre los conceptos de robótica y programación, así como sobre la cultura canaria y sus bailes típicos.

Durante el transcurso de este proyecto final, los estudiantes pondrán en práctica todos los conceptos aprendidos en las lecciones anteriores, pero los trasladarán a un nuevo contexto.

Cuando sea posible, los docentes deben fomentar el uso de materiales de artes plásticas y materiales reciclados.

Cuando los proyectos estén completos, se puede hacer un escaparate del trabajo de los estudiantes para las familias y los compañeros de escuela. Se hará un baile de magos con sus robots bailarines como entrega final.

Nota: Se puede romper la Unidad Didáctica en partes

El trabajo para el proyecto final puede dividirse en varias sesiones.

Corresponderá al profesor cuándo completar cada parte del proyecto.

No todas las actividades deben completarse durante el tiempo de Robótica.

Se dejará a la discreción del docente si los estudiantes deben construir un robot desde cero o utilizan los que construyeron en anteriores actividades.

Materiales / recursos:

- KIBO dice
- Un robot KIBO para cada niño/a o pareja/ grupo
- Bloques de programación KIBO
- Una variedad de materiales de artes plásticas y materiales reciclados para la construcción y decoración
- Libros sobre danzas de Canarias
- Diarios de Diseño de Ingeniería

Descripción de la actividad

KIBO dice o programa al docente

Juegue a "KIBO Dice" o a "Programa al Docente" (vea la Actividad 3 para instrucciones) para que los estudiantes practiquen reconociendo los iconos de programación de KIBO y creen programas.

Trabajo Individual / Pareja / Grupo

Los niños y niñas trabajarán individualmente o en parejas o en grupos pequeños para planificar, diseñar, construir y programar un proyecto final desde cero. Se animará a los niños y niñas a utilizar temas avanzados como sensores y repeticiones al programar sus robots.

1. Usando sus habilidades de las Actividades 1 y 2, cada individuo, pareja o grupo pequeño construirá un robot y lo probará.
2. Los niños y niñas usarán los hechos reunidos en la Actividad 7 y sus habilidades de programación para planear y crear un programa para su "robot bailarín". El programa del robot debe representar los movimientos del baile elegido por el niño/a o grupo (esto puede ser abstracto, pero deben ser capaces de explicar la conexión). Una vez que tienen un programa con el que están contentos, deben registrarlo en sus Diarios de Diseño de Ingeniería, y un adulto debe comprobarlo.
3. Los niños y niñas crearán un disfraz para sus "robots bailarines". Hay que animarlos a usar una variedad de materiales de artes plásticas y materiales de manualidades para crear sus decoraciones. A continuación, pueden utilizar palitos, cinta adhesiva, y otros materiales (excepto pegamento) para crear los trajes de su robot. Es importante que los niños y niñas no obstruyan el escáner del robot.
4. Como clase, crear un área de escenario donde los robots pueden realizar una exhibición final del proyecto.

Bailes típicos de canarias

Ideas

Hay una variedad de formas de los estudiantes pueden llegar a hacer que sus robots representen un baile típico de Canarias. Se puede decir que investiguen las 7 islas y que elijan una e investiguen sus costumbres, música, cantos, bailes, trajes típicos, etc.

Mientras los estudiantes sean creativos, se les debe permitir programar sus robots como quieran.

Algunas ideas para los niños y niñas incluyen:

- Hacer que el robot empiece a bailar cuando la música empieza a tocar programando con el sensor de sonido.
- Utilizar el sensor de distancia para detener o empezar a bailar cuando el robot esté cerca de algo / alguien.
- Hacer que dos grupos trabajen juntos para crear programas para que sus robots bailen juntos.

Invitaciones

Escribir y enviar invitaciones a su familia invitándolos a venir a su presentación final del proyecto. Añadir ilustraciones e información que describa su proyecto.

Red de colaboración

A medida que los niños y niñas progresan en la actividad, completarán sus redes de colaboración. Se dibujan líneas de su propia foto a las fotos de otros compañeros/as de clase que les han ayudado. Si los niños y niñas dicen que no recibieron ayuda, recuérdelos que piensen en sus compañeros/as, en los docentes de la clase o si han tenido alguna idea mirando el proyecto de otro/s compañero/s de clase.

Presentaciones

Los estudiantes compartirán:

- a. La música, canciones, trajes y el baile típico que eligieron estudiar.
- b. El robot que hicieron y cómo representa las costumbres de Canarias y la isla elegida.
- c. Por qué eligieron las características de su robot.
- d. El objetivo de su programa y por qué querían que hiciera eso / lo que representa,
- e. El programa final que construyeron, y
- f. Cualquier cosa que fuera difícil, fácil, sorprendente, interesante, etc. sobre el proceso de creación de su proyecto.

Anexo A: Materiales

Este currículo utiliza el kit de robótica KIBO, desarrollado en el DevTech Research Group de Tufts University y comercialmente disponible a través de KinderLab Robotics, Inc. A través de KinderLab Robotics, Inc. los materiales complementarios que se utilizan a lo largo de este plan de estudios también están disponibles (www.shop.kinderlabrobotics.com). Sin embargo, los docentes pueden crear sus propias versiones de estos materiales.

Materiales de Robótica

- 1 kit de robot KIBO por niño/a, par o grupo
- Baterías (cada KIBO funciona con 4 pilas AA)

Materiales para creaciones artísticas

- Varios materiales de artes plásticas, tales como papel, tijeras, marcadores, cinta adhesiva y materiales reciclables (no se recomienda pegamento)

Bibliografía

- Bers, M. (2008). Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom. New York, NY: Teachers College.
- Bers, M.U. (2010). Beyond computer literacy: Supporting youth's positive development through technology. *New Directions for Youth Development*, 128, 13 - 23.
- Bers, M. U. (2012). Designing digital experiences for positive youth development: From playpen to playground. Cary, NC: Oxford.
- Darragh, J.C. (2006). *The environment as the third teacher*. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED493517.pdf>
- International Technology and Engineering Educators Association, (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: International Technology Educators Association.
- Massachusetts Department of Education (2006). Massachusetts Science and Engineering/Technology Curriculum Framework. Retrieved from <http://www.doe.mass.edu/frameworks/current.html>
- Massachusetts Department of Education (2008). Massachusetts Technology Literacy Standards and Expectations. Retrieved from <http://www.doe.mass.edu/frameworks/current.html>
- National Governors Association Center for Best Practices & Council of Chief State School Officers (2010). *About the Standards*. Retrieved from <http://www.corestandards.org/about-the-standards/>
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books.
- Rinaldi, C. (1998). Projected curriculum and documentation. In C. Edwards, L. Gandini & G. Forman (Eds.), *The hundred languages of children: The Reggio Emilia approach - Advanced reflections* (pp. 113-125). Norwich, CT: Ablex Publishing.

ANEXO 7

Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva

Strategies for teaching computational thinking and effective use of technologies in childhood education: an inclusive proposal

Carina Soledad González-González 

Universidad de La Laguna / Universidad Oberta de Catalunya (España)
carina.gonzalez@ieee.org

Recibido: 1/12/2019

Aceptado: 9/12/2019

Publicado: 26/12/2019

RESUMEN

En los últimos años, ha habido un impulso para introducir la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional en la educación, y la robótica es una excelente herramienta para lograr esto. Sin embargo, la integración de estas habilidades fundamentales en los planes de estudio formales y oficiales sigue siendo un desafío y los educadores necesitan perspectivas pedagógicas para integrar adecuadamente los conceptos de robótica, programación y pensamiento computacional en sus aulas. Por lo tanto, en éste artículo se presenta una propuesta metodológica basada en los principios del marco de Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD), el movimiento Maker, el constructivismo, la educación inclusiva y el aprendizaje a través de juegos, especialmente diseñado para la educación infantil. Esta propuesta ha sido validada en diferentes contextos mostrando la efectividad de la misma.

PALABRAS CLAVE

Ciencias tecnológicas; Método educativo; Enseñanza y formación.

ABSTRACT

In recent years, there has been an impulse to introduce the teaching of programming and computational thinking in education, and robotics is an excellent tool to achieve this. However, the integration of these fundamental skills into formal and official curricula remains a challenge and educators need pedagogical perspectives to properly integrate the concepts of robotics, programming and computational thinking in their classrooms. Therefore, this article presents a methodological proposal based on the principles of the framework of Positive Technological Development (PTD), the Maker movement, constructivism, inclusive education and playful learning, specially designed for early childhood education. This proposal has been validated in different contexts showing its effectiveness.

KEYWORDS

Technological sciences; Educational method; Teaching and training.

CITA RECOMENDADA

González-González, C. S. (2019). 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: <http://dx.doi.org/10.6018/riite.405171>

Principales aportaciones del artículo y futuras líneas de investigación:

- Método educativo inclusivo para la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional
- Conjunto de principios educativos para la enseñanza de la programación
- Propuesta de ideas poderosas y objetivos de aprendizaje a trabajar en la enseñanza de la programación y pensamiento computacional en la educación infantil

1. INTRODUCCIÓN

Los niños y niñas de todo el mundo están siendo criados en entornos saturados de dispositivos inteligentes. Al mismo tiempo, existe una creciente necesidad de una fuerza laboral futura que comprenda la tecnología, dada esta nueva realidad, los programas educativos nacionales y las iniciativas privadas se están centrando en la alfabetización STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), haciendo de la codificación/programación y el pensamiento computacional una prioridad para la educación (Manches y Plowman, 2015). Sin embargo, la investigación ha encontrado que las intervenciones educativas en la educación infantil están relacionadas con costos más bajos y efectos más duraderos que las intervenciones que comienzan más tarde (Cunha y Heckman, 2007). Además, algunos estudios demuestran estereotipos basados en el género que involucran carreras STEM (Metz, 2007; Steele, 1998) y menos obstáculos para ingresar a la fuerza laboral (Madill et al., 2007; Markert, 1996) cuando los niños/as están expuestos a STEM en la infancia (Metz, 2007; Steele, 1998).

Por otra parte, diferentes estudios han demostrado el potencial de la educación en robótica en los primeros años (Jung y Won, 2018). Algunos de ellos han presentado métodos para implementar un plan de estudios robótico (Bers, 2010), para evaluar las habilidades de pensamiento computacional (Roman-González, Moreno-León y Robles, 2019; Siu-Cheung, 2019; Chen et al., 2017), para desarrollar funciones ejecutivas (Di Lieto et al., 2017), actitudes hacia la sociedad y la ciencia (Kandlhofer y Steinbauer, 2016) y las características tecnológicas de los robots y las interacciones (Burlson et al., 2017; Serholt, 2018). Sin embargo, la investigación sobre robótica y pensamiento computacional en la educación infantil aún se encuentra en sus primeras etapas (Öztürk y Calingasan, 2018; Ching, Hsu y Baldwin, 2018; Chen et al., 2017; García-Peñalvo y Mendes, 2018). Varios estudios se han centrado en aspectos tecnológicos o de interacción con la tecnología o en currículos de robótica, en lugar de como el alumnado se involucra y aprende y cómo los docentes introducen las nuevas habilidades en sus aulas y currículos (Jung y Won, 2018; Serholt, 2018).

Por ello, a través de la realización de una estancia de investigación con un grupo experto en educación infantil y robótica liderado por la profesora Marina Umaschi Bers, se estudió el modelo pedagógico-tecnológico desarrollado por el grupo de investigación "DevTech". Concretamente, los objetivos que se persiguieron fueron: a) diseñar un programa formativo dirigido al profesorado de Educación Infantil que permita dotarles de la metodología y herramientas que puedan utilizar en el aula para el desarrollo de diferentes actividades que ayuden al aprendizaje, por parte del alumnado, de las diferentes materias que componen este nivel educativo; b) investigar las tecnologías, las metodologías, las estrategias y en las tendencias actuales de enseñanza-aprendizaje del pensamiento computacional y c) proponer mejoras y adaptaciones en las metodologías para una enseñanza inclusiva del pensamiento computacional. En este artículo se centrará en describir este último objetivo, realizando una

propuesta metodológica realizada para la enseñanza inclusiva de la programación y el pensamiento computacional para la educación infantil.

2. ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA PROGRAMACIÓN: UNA PROPUESTA INCLUSIVA

En esta sección se describirán los principios pedagógicos y las principales estrategias de una propuesta inclusiva de enseñanza del pensamiento computacional y la programación para la educación. Dicha propuesta ha sido validada en diferentes estudios realizados y descritos en (Bers, González y Armas, 2019; González-González et al., 2019; González, Cáceres y Violant, 2019).

2.1. Fundamentos y principios

Después de estudiar las infraestructuras tecnológicas y metodologías empleadas en laboratorios de robótica infantil, el diseño de entorno que se propone en éste trabajo se basa en el movimiento de Maker (Halverson y Sheridan, 2014) y los principios pedagógicos del Desarrollo Tecnológico Positivo (Bers, 2008), ambos basados en el Construccinismo (Papert, 1993), además de los principios de educación inclusiva y el aprendizaje a través de juegos. Además, sigue los principios pedagógicos establecidos para la educación infantil del Decreto 183/2008 (Consejería de Educación y Universidades, 2008):

1. *Actividad y experimentación*: los niños y niñas captan la información a través de los sentidos, actuando, manipulando objetos físicos y experimentando.
2. *Individualización*: supone la adaptación a diferentes niveles de desarrollo de los niños y niñas, y a sus intereses, necesidades, posibilidades cognitivas, sociales, afectivas y motrices.
3. *Enfoque globalizador*: supone partir de lo concreto, conocido y experimentado por los niños y niñas, plantear actividades adaptadas a sus intereses y capacidades y conectar lo conocido con la nueva información permitiendo el progreso de cada niño/a según su propio ritmo.

2.1.1. Movimiento “MAKER”

El movimiento *maker*, iniciado hace una década, se ha extendido por todo el mundo con diferentes formatos, organizaciones y estructuras (hackerspaces, techshops, fablabs, espacios de talleres de clases, librerías, etc.) (Preddy, 2013; Hira, Hira y Hynes, 2014; Thompson, 2014). Los *makerspaces* se basan en una ideología constructivista integral para formar un enfoque construccionista de la educación (Kurti, Kurti y Fleming, 2014), siguiendo los principios de Piaget y Papert de aprender haciendo. Los principios constructivistas y construccionistas, a través de su énfasis en las oportunidades educativas activas, han llevado al desarrollo de la cultura creadora y enfoques enfocados en STEM para el aprendizaje y la participación de los estudiantes (Hamir, Maion, Tice y Wideman, 2015). Así, el conocimiento del aprendiz se construye creando e interactuando con objetos físicos. Por lo tanto, los espacios de construcción son una gran oportunidad para llevar la alfabetización mediática y las habilidades y competencias del siglo XXI a la gente (Ananiadou y Claro, 2010), como educación formal (en las escuelas) o informal (en las comunidades). Pero, el profesorado y las comunidades necesitan guías, herramientas y capacitación, y más investigación sobre cómo diseñar espacios para promover el aprendizaje basado en la realidad en diferentes contextos (escuelas, bibliotecas, comunidades, etc.) y los usuarios (niños/as, adolescentes y adultos).

Además, según los modelos construccionistas, los estudiantes aprenden mejor haciendo objetos tangibles. En este sentido, Papert argumentó que, debido a las propiedades particulares de los objetos físicos ofrecidos a los niños/as, limitan o mejoran lo que pueden construir, crear y aprender (Blikstein, 2018). La investigación ha demostrado que los objetos con *affordances* perceptuales y manipulativos afectan la imaginación de los niños/as pequeños (2-5 años de edad). Sin embargo, la mayoría de los estudios aceptan que "los objetos actúan como

herramientas de desarrollo psicológico que tienen efectos inmediatos en los comportamientos de los niños/as" (Chu, Quek, Bhangaonkar, Ging y Sridharamurthy, 2015). De este modo, para que un objeto sea eficaz en el apoyo a la imaginación, debe permitir pasar "de la acción en respuesta a la percepción de los objetos a la acción generada y controlada por las ideas" (Chu et al., 2015).

Teniendo en cuenta los principios *maker*, se realizó una propuesta de *makerspaces* para la educación infantil que puede verse en (González y Aller, 2019).

2.1.2. Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD)

En cuanto a la metodología que se propone seguir, se sustenta en los principios del Desarrollo Tecnológico Positivo (PTD) (Bers, 2008). El marco del PTD guía el desarrollo, la implementación y la evaluación de programas educativos que utilizan las nuevas tecnologías para promover el aprendizaje como un aspecto del desarrollo positivo de los niños y niñas. El marco pedagógico PTD es una extensión natural de la alfabetización informática y los movimientos tecnológicos que han influido en el mundo de la educación, añadiendo a los elementos cognitivos componentes psicosociales y éticos. Desde un punto de vista teórico, el marco pedagógico PTD se basa en un enfoque interdisciplinario que integra ideas de los campos de la comunicación mediada por ordenador, el aprendizaje colaborativo apoyado por ordenadores y la teoría constructivista del aprendizaje desarrollada por Seymour Papert (1993).

Como marco teórico, PTD propone seis comportamientos positivos (seis C) que deben ser apoyados por actividades educativas que utilizan nuevas tecnologías, como, por ejemplo, la robótica. Estos seis comportamientos son: la creación, la creatividad, la comunicación, la colaboración, la construcción de la comunidad y las opciones de conducta. Por tanto, siguiendo el marco PTD, en una actividad educativa basada en tecnología se propone que los niños y niñas desarrollen los siguientes comportamientos:

1. *Creación de contenidos*, mediante el diseño del robot y la programación de sus comportamientos. El proceso de diseño de ingeniería de la construcción y el pensamiento computacional involucrados en la programación fomentan la competencia en la alfabetización informática y la fluidez tecnológica. El uso de los "Diarios de Diseño de Ingeniería" (Figura 1) permite que los propios niños y niñas, así como para los docentes y la familia, puedan documentar su propio pensamiento, sus trayectorias de aprendizaje y la evolución del proyecto desarrollado con el robot KIBO en el tiempo.

2. *Creatividad*, realizando y programando proyectos personalmente significativos, resolviendo problemas de forma creativa y lúdica, integrando diferentes medios como robótica, motores, sensores, materiales reciclables, creando arte a través de un lenguaje de programación tangible con el robot.

3. *Colaboración*, involucrando a las niñas y niños en un ambiente de aprendizaje que promueva el trabajo en equipo, compartir recursos y preocuparse unos de otros mientras trabajan con sus robots. Al principio de cada jornada de trabajo, cada niño/a recibe, junto con su diario de diseño, una impresión personalizada con su fotografía en el centro de la página y las fotografías y nombres de todos los demás niño/as de la clase dispuestos en un círculo. A lo largo del día, con el mensaje del docente, cada niño/a dibuja una línea de su propia foto hacia las fotos de los niño/as con los que ha colaborado. La colaboración se define aquí como obtener ayuda o ayudar con un proyecto, programar juntos, prestar o pedir prestados materiales o trabajar juntos en una tarea común. Al final de la semana, los niño/as deben escribir o dibujan "tarjetas de agradecimiento" a los niño/as con los que han colaborado más.

4. *Comunicación*, a través de mecanismos que promuevan un sentido de conexión entre pares o con adultos. Por ejemplo, a través del uso de los círculos tecnológicos, cuando los niños/as dejan de trabajar, ponen sus proyectos sobre la mesa o el piso y comparten su proceso de aprendizaje. Los círculos tecnológicos representan una buena oportunidad para resolver problemas como comunidad. Algunos docentes invitan a todos los niños y niñas a sentarse juntos en un círculo para resolver problemas entre todos. También puede ser útil hacer un "Estacionamiento Robot" para que todos los robots puedan ir mientras no se están trabajando, de modo que los niños/as tengan las manos vacías y puedan concentrarse en los círculos tecnológicos. Cada aula tendrá sus propias rutinas y expectativas en torno a discusiones de

grupo y tiempos dedicados al círculo, por lo que se anima a los docentes a adaptar lo que ya funciona en su clase para los círculos tecnológicos de esta propuesta didáctica.

5. *Construcción de la comunidad*, a través de promover la contribución de ideas en la comunidad de aprendizaje. Los proyectos finales realizados por los niños y niñas son compartidos con la comunidad a través de una demostración o una exposición abierta. Estas demostraciones o exposiciones brindan oportunidades para que los niños y niñas compartan y celebren el proceso y los productos tangibles de su aprendizaje con la familia y los amigos. A los niños y niñas se le da la oportunidad no sólo de ejecutar su robot, y al mismo tiempo, pueden desempeñar el papel de docente al explicar a su familia cómo lo construyeron, programaron y trabajaron a través de problemas.

6. *Opciones de conducta*, que proporcionan a los niños y niñas la oportunidad de experimentar con preguntas de "qué pasa si" y las consecuencias potenciales de cada opción. Estas preguntas permiten examinar los valores y explorar los rasgos de carácter de los niños y niñas al mismo tiempo que se trabaja con la robótica. El enfoque en aprender acerca de la robótica es tan importante como ayudar a los niños y niñas a desarrollar una brújula interior para guiar sus acciones de una manera justa y responsable. Una manera de alentar las opciones positivas es mediante el uso de "insignias de expertos/as". Los niños y niñas que dominan los conceptos rápidamente pueden ganar insignias expertas (una calcomanía para que se pongan). Un niño/a que lleva una insignia de experto/a utiliza el resto del período de clases ayudando a los estudiantes que tienen dificultades con los conceptos que han dominado.

2.1.3. Educación inclusiva

La educación es un derecho humano que debe ser asumido por las escuelas según la Declaración Mundial de los Derechos humanos, art. 26 (Naciones Unidas), y por tanto debe respetar la diversidad y asegurar que todas las personas tengan acceso a la misma. Desde este punto de vista, la UNESCO (2008), define a la educación inclusiva de la siguiente manera:

"La educación inclusiva puede ser concebida como un proceso que permite abordar y responder a la diversidad de las necesidades de todos los educandos a través de una mayor participación en el aprendizaje, las actividades culturales y comunitarias y reducir la exclusión dentro y fuera del sistema educativo. Lo anterior implica cambios y modificaciones de contenidos, enfoques, estructuras y estrategias basados en una visión común que abarca a todos los niños en edad escolar y la convicción de que es responsabilidad del sistema educativo regular educar a todos los niños y niñas. El objetivo de la inclusión es brindar respuestas apropiadas al amplio espectro de necesidades de aprendizaje tanto en entornos formales como no formales de la educación. La educación inclusiva, más que un tema marginal que trata sobre cómo integrar a ciertos estudiantes a la enseñanza convencional, representa una perspectiva que debe servir para analizar cómo transformar los sistemas educativos y otros entornos de aprendizaje, con el fin de responder a la diversidad de los estudiantes. El propósito de la educación inclusiva es permitir que los maestros y estudiantes se sientan cómodos ante la diversidad y la perciban no como un problema, sino como un desafío y una oportunidad para enriquecer las formas de enseñar y aprender".

La educación inclusiva puede ser vista como un principio y como derecho positivo, en donde se deben buscar las condiciones necesarias para que las personas puedan disfrutarlo efectivamente, eliminando las barreras y cualquier tipo de discriminación (Sarrionandía y Ainscow, 2011). Por tanto, nuestra propuesta educativa contempla como principio de educación inclusiva, atendiendo a la diversidad del alumnado y adaptando la práctica educativa a las características personales, intereses y necesidades de los niños y niñas. De esta forma, se contribuye a su desarrollo integral de los niños y niñas, dada la importancia que en estas edades adquieren el ritmo y el proceso de maduración. Nuestra propuesta promueve, además, la utilización de estrategias metodológicas para favorecer la atención a la diversidad (tutoría entre iguales, coevaluación, aprendizaje cooperativo, etc.). Asimismo, incluye principios de igualdad de género, promoviendo en las actividades la reflexión sobre roles y estereotipos en la ingeniería, y la utilización de lenguaje no sexista.

2.1.4. Aprendizaje a través de juegos

Un elemento clave a tener en cuenta en la educación de los niños y niñas pequeños es el “aprendizaje a través del juego” o el “aprendizaje lúdico”. Jugar es una de las formas más importantes en que los niños/as pequeños adquieren conocimientos y habilidades esenciales. Por esta razón, se deben brindar oportunidades y entornos que promuevan el juego, la exploración y el aprendizaje práctico para crear un programa educativo efectivo en la educación infantil (UNICEF, 2018). Algunas de las características de las experiencias lúdicas definen que al juego como (Zosh et al., 2017):

- *Significativo*: Los niños y niñas juegan para dar sentido al mundo que los rodea, y encuentran significado en la experiencia al conectarla con algo ya conocido. A través del juego, niños y niñas expresan y expanden la comprensión de sus experiencias.
- *Alegría*: Si observamos a los niños/a (o incluso a los adultos), jugando, podemos ver que a menudo sonríen y se divierten. Aunque el juego puede tener momentos de frustración y presentar retos a superar, en general las emociones que se despiertan son de disfrute, motivación y placer.
- *Atracción*: Si observamos a los niños/as jugando, podemos ver que se participan activamente, con compromiso, y combinan diferentes estados, tanto físico como mental.
- *Iterativo*: Los niños/a juegan para practicar habilidades, intentando y probando diferentes posibilidades, revisando hipótesis y descubriendo nuevos desafíos que conducen a un aprendizaje más profundo.
- *Interacción social*: El juego les permite a los niños/as comunicar ideas, les ayuda a entender a los demás a través de interacción social, construyendo relaciones más fuertes a través de una mejor comprensión de las mismas.

Un aspecto importante del juego es el control que tienen los niños/as sobre la experiencia, en cuanto a su iniciativa, toma de decisiones y elecciones personales sobre el juego. Por otra parte, los niños/as aprenden habilidades críticas para su desarrollo mientras juegan, sin pensar que su objetivo es aprender algo. El juego crea poderosas oportunidades de aprendizaje en todas las áreas de desarrollo infantil, incluidos los motores, cognitivos y las habilidades sociales y emocionales (Zosh et al., 2017).

Los niños y niñas son aprendices “prácticos”: adquieren conocimiento a través de la interacción lúdica con objetos y personas (Resnick y Robinson, 2017). Necesitan mucha práctica con objetos físicos para comprender conceptos abstractos. Por ejemplo, jugando con bloques geométricos entienden el concepto de que dos cuadrados pueden formar un rectángulo y dos triángulos pueden formar un cuadrado o en un baile, pueden aprender un patrón como dar un paso adelante, dar un paso atrás girar, aplaudir y repetir, y comienzan a comprender las características de los patrones, que son la base de las matemáticas. Asimismo, el juego simbólico es muy beneficioso, los niños/as pueden expresar sus ideas, pensamientos y sentimientos, aprenden a controlar sus emociones, interactuar con otros, resolver conflictos y adquirir un sentido de competencia.

Por otra parte, el juego sienta las bases para el desarrollo del pensamiento crítico, social y emocional. A través del juego, los niños aprenden a forjar conexiones con otros y a compartir y negociar. En general, el juego es una forma de expresión humana, y desarrolla la imaginación, la curiosidad y la creatividad, que son competencias clave para el siglo XXI (Honey y Kanter, 2013).

Por todo lo anterior, nuestra propuesta inclusiva de enseñanza-aprendizaje de pensamiento computacional y la programación para la educación infantil se sustenta en los principios del aprendizaje a través del juego.

2.2. Propuesta

Esta propuesta educativa inclusiva para la enseñanza-aprendizaje de la programación y el pensamiento computacional para la educación infantil, basada en los principios anteriormente

descritos, introduce “ideas poderosas” sobre éstos contenidos. Según Papert (1993), las ideas poderosas ofrecen nuevas formas de pensar, nuevas formas de poner en práctica el conocimiento y nuevas formas de hacer conexiones personales y epistemológicas con otros dominios de conocimiento (Bers, 2018, p.70). En este caso, las ideas poderosas a trabajar incluyen: el proceso de diseño de ingeniería, la robótica, la programación y los sensores (Tabla 1). Asimismo, se presentan de forma estructurada el conjunto de actividades a realizar (Figura 1).

Tabla 1. Ideas poderosas a desarrollar

Idea poderosa	Descripción	Objetivos
Idea 1	Proceso de diseño de ingeniería	- Comprender que la gente tiene que planificar para hacer las cosas - Comprender que todas las personas pueden diseñar soluciones a un problema. - Comprender que el diseño es un proceso creativo (que conduce a productos y sistemas útiles). - Comprender que todos los diseños pueden ser mejorados. - Comprender que el proceso de diseño de ingeniería incluye identificar un problema, buscar ideas, desarrollar soluciones y compartir soluciones con otros. - Hacer preguntas y hacer observaciones ayuda a una persona a averiguar cómo funcionan las cosas. - Solucionar problemas es una manera de averiguar por qué algo no funciona para que pueda arreglarse.
Idea 2	Robótica	-Construir un objeto utilizando el proceso de diseño. -Descubrir cómo funcionan las cosas. -Comprender que los sistemas tienen partes que trabajan juntas para lograr un objetivo. -Comprender que las herramientas, las máquinas, etc. utilizan la energía para poder hacer su trabajo.
Idea 3	Programación	- Reconocer y usar símbolos cotidianos - Comprender que las personas usan símbolos cuando se comunican a través de la tecnología. - Comprender que el estudio de la tecnología utiliza muchas de las mismas ideas y habilidades que otros temas.
Idea 4	Sensores	-Comprender que el mundo natural y el mundo humano son diferentes.

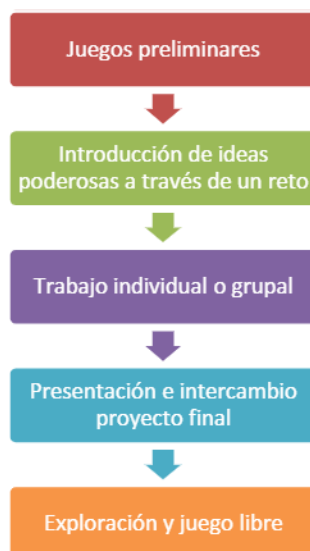


Figura 1. Estructura de la secuencia de actividades a realizar en las sesiones.

Por otra parte, además de los objetivos de aprendizajes que los niños y niñas relacionados con las ideas poderosas, pueden aprender otros contenidos del currículum forma transversal y conectar la programación y la resolución de problemas con el contexto.

En cuanto al pensamiento computacional (PC), las competencias que deben desarrollar son las siguientes (Bers, 2018, p.57): a) hardware / software (los objetos inteligentes no son mágicos, los objetos están diseñados por humanos); b) algoritmos (secuenciación / orden, organización lógica); c) modularidad (división de tareas más grandes en partes más pequeñas, instrucciones), estructuras de control (reconocimiento de patrones y repetición, causa y efecto); d) representación (representación simbólica, modelos); e) proceso de diseño (resolución de problemas, perseverancia, edición / revisión) y f) depuración (identificación de problemas, resolución de problemas, perseverancia).

2.1.1. Gestión del aula

La enseñanza de la robótica y de la programación en un aula para la primera infancia requiere una planificación cuidadosa y realizar ajustes para lograr una buena gestión de aula. Las actividades de robótica, debido a la novedad y el comportamiento de los materiales en sí, requerirán de una atención diferente. Se recomienda seguir una estructura de espacio “maker” para la educación infantil. Los docentes deben encontrar lo que funciona en sus circunstancias particulares. En general, se debe proporcionar y enseñar a los niños y niñas una estructura clara y conjunto de normas para el uso de materiales y para las rutinas de cada parte de las actividades y asegurarse de que los estudiantes comprendan los objetivos de cada actividad. Los carteles y las ayudas visuales pueden facilitar a los niños y niñas las respuestas a sus propias preguntas y recordar nueva información. De los diferentes espacios en el aula, podemos utilizar algunos de los rincones típicos (tales como: el rincón del encuentro y biblioteca, el rincón de construcciones para la construcción del robot, el rincón de plástica para la decoración del robot, etc).

2.1.2. Trabajo individual y grupal

El trabajo individual con los robots depende de la disponibilidad de los recursos, que, en la mayoría de los casos, suelen ser limitados. Sin embargo, se puede organizar el trabajo en pequeños grupos o también para algunas actividades, en el grupo de clase completo.

2.1.3. Recursos

Los materiales que se proponen utilizar son robots tangibles manipulativos sin necesidad de conexión (desenchufado) y materiales plástica y de reciclaje. Los materiales que nuestro alumnado explora y manipula tienen una importancia decisiva en sus procesos de aprendizaje. Por ello, se deben seleccionar, organizar y distribuir los mismos de forma que promuevan la autonomía, la relación-comunicación con sus pares (puesto que necesitan de los demás para

jugar, para realizar tareas en equipo, para comunicar sus descubrimientos), el desarrollo afectivo, el desarrollo motriz, el desarrollo de los lenguajes expresivos, el conocimiento físico de los objetos (al explorar y descubrir sus cualidades y establecer relaciones entre ellos), el contacto con materiales estructurados (puzles, bloques lógicos, construcciones, etc.) y el contacto con materiales no estructurados (agua, arena, piedras, semillas y otros materiales procedentes de la naturaleza y materiales de reciclaje).

Los proyectos de robótica de aula requieren una gran cantidad de piezas y materiales, y la cuestión de cómo manejarlos trae a colación varias cuestiones clave que pueden apoyar o dificultar el éxito de su desarrollo. La primera cuestión es la accesibilidad de los materiales. Algunos docentes pueden optar por dar un kit completo de materiales para cada niño/a, para una pareja o para una mesa con varios niños y niñas. Otros docentes pueden optar por desmontar los kits y ordenar los materiales por tipo y colocar todos los materiales en una ubicación central. Dado que diferentes proyectos requieren diferentes elementos de robótica y programación, esta configuración puede permitir que los niños y niñas tomen sólo lo que necesitan y dejan otras partes para los otros niños y niñas que los necesitan.

2.1.3. Evaluación

Es importante evaluar el proceso de aprendizaje del estudiante y los resultados de dicho aprendizaje. Esto se puede hacer documentando los proyectos de los estudiantes y las maneras de hablar y compartir sus proyectos con el resto de la clase. Evaluar el aprendizaje individual de los niños y niñas mientras trabajan en grupos, puede ser un desafío. Los criterios de evaluación de cada actividad se pueden organizar en una secuencia de logros concretos que conducen a una insignia relacionada con su nivel de habilidad. Los niños y niñas explorarán y aprenderán a diferentes ritmos. Por ello, el docente deberá ir regulando el ritmo de la clase, de forma que todos lleguen a obtener la insignia correspondiente en cada fase. Asimismo, se sugiere utilizar rúbricas para evaluar los diferentes niveles de competencia adquirida y llevar diarios de clase. Se podrá hacer uso además de herramientas específicas de evaluación de las habilidades de programación y de la lista de verificación de comportamientos positivos de desarrollados por la tecnología, además de otros instrumentos específicos relacionados a la evaluación emocional.

3. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado un conjunto de principios y estrategias de enseñanza-aprendizaje de la programación y el pensamiento computacional en la educación infantil con un enfoque inclusivo. Los principales principios en los que se basa la propuesta son los siguientes: movimiento *maker*, desarrollo positivo de la tecnología (PTD), educación inclusiva y aprendizaje a través de juegos. Además, se siguen los principios pedagógicos establecidos para la educación infantil de actividad y experimentación, individualización y enfoque globalizador. De acuerdo a la revisión bibliográfica presentada en el trabajo, éstos principios siguen los enfoques constructivistas y construccionistas para la enseñanza de la programación y el pensamiento computacional, además de estar de acuerdo a considerar a éstas nuevas competencias y habilidades como una nueva alfabetización, necesaria para todas las personas en la sociedad actual y futura.

En cuanto a la propuesta realizada se propone la enseñanza a través de "ideas poderosas" relacionadas con la informática, tales como el proceso de diseño de ingeniería, la robótica, la programación y los sensores. Estas ideas se relacionan con objetivos de aprendizaje específicos y se propone además su conexión con otras competencias de pensamiento computacional y con su relación con otros contenidos curriculares y competencias transversales. Asimismo, se proponen estrategias para la estructura de las actividades, la gestión de recursos y del aula, el trabajo individual y grupal y la evaluación.

Aunque la propuesta presentada en éste trabajo ha sido validada previamente con niños y niñas y sus educadores en diferentes centros educativos, así como en contextos especiales como aulas hospitalarias o con personas con síndrome de Down, mostrando resultados positivos, como limitaciones de la propuesta presentada, debemos mencionar que se debe ampliar la validación de la misma a otros contextos y entornos, así como con otros colectivos que presentan necesidades educativas y específicas. Además, como posibles mejoras de la propuesta se deben

incluir guías de actividades y secuencias didácticas que faciliten a los docentes la incorporación de la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en sus aulas.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ananiadou, K. y Claro, M. (2010). Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Recuperado de: shorturl.at/cnrDP.
- Bers, M. U. (2008). *Blocks, robots and computers: Learning about technology in early childhood*. Teacher's College Press, NY.
- Bers, M. U., González-González, C., y Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>
- Bers, M.U. (2010). Beyond computer literacy: Supporting youth's positive development through technology. *New Directions for Youth Development*, 128, 13-23. doi: <https://doi.org/10.1002/yd.371>
- Bers, M.U. (2017). The Seymour test: Powerful ideas in early childhood education, *International Journal of Child-Computer Interaction*, 14, 10-14. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcci.2017.06.004>.
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.
- Blikstein, P. (2018). Maker Movement in Education: History and Prospects. *Handbook of Technology Education*, 419-437. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-44687-5_33
- Burlson, W., Harlow, D. B., Nilsen, K. J., Perlin, K., Freed, N., Jensen, C., Lahey, B., Lu, P., y Muldner, K. (2017). Active Learning Environments with Robotic Tangibles: Children's Physical and Virtual Spatial Programming Experiences. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. doi: <https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2724031>
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., y Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Ching, Y. H., Hsu, Y. C., y Baldwin, S. (2018). Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners. *TechTrends*, 62, 563-573. doi: <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0292-7>
- Chu, S. L., Quek, F., Bhangaonkar, S., Ging, A. B., y Sridharamurthy, K. (2015). Making the Maker: A Means-to-an-Ends approach to nurturing the Maker mindset in elementary-aged children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 11-19. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2015.08.002>
- Cunha, F., y Heckman, J. (2007). The technology of skill formation. *American Economic Review*, 97(2), 31-47. doi: <https://doi.org/10.3386/w12840>.
- Consejería de Educación y Universidades (2008). Decreto 183/2008, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación y el currículo del 2º ciclo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Canarias. Recuperado de: shorturl.at/bkmDY
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., Laschi, C., Pecini, C., Santerini, G., Sgandurra, G. y Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on

Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in human behavior*, 71, 16-23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>

García-Peñalvo, F. J., y Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005>.

González-González, C. S., y Arias, L. G. A. (2019). Maker movement in education: maker mindset and makerspaces. En Libro *"Ingeniería colaborativa, aplicaciones y usos desde la perspectiva de la Interacción Humano-Computador"*. Jurado, J.L., Collazos, C.A. y Muñoz, L. F. (Eds.). Editorial: Universidad San Buenaventura de Cali. Colombia. (p. 297-307).

González-González, C. S., Cáceres-García, L., y Violant-Holz, V. (2019). Bringing Computational Thinking to Hospital Classrooms. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (31-35). ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/3362789.3362908>.

González-González, C. S., Herrera-González, E., Moreno-Ruiz, L., Reyes-Alonso, N., Hernández-Morales, S., Guzmán-Franco, M. D., y Infante-Moro, A. (2019). Computational Thinking and Down Syndrome: An Exploratory Study Using the KIBO Robot. *Informatics*, 6 (2), 25. doi: <https://doi.org/10.3390/informatics6020025>

Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., y Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>

Halverson, E. R., y Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard educational review*, 84(4), 495-504. doi: <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>

Hamir, S., Maion, S., Tice, S., y Wideman, A. (2015). ETEC 512. Constructivism in Education. Recuperado de shorturl.at/emuwG

Hira, A., Hira, J., y Hynes, M. M. (2014). Classroom makerspaces: Identifying the opportunities and challenges. In 2014 *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (1-5). IEEE. doi: 10.1109/FIE.2014.7044263

Honey, M., y Kanter, D. E. (2013). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. Routledge.

Naciones Unidas (2015). Declaración Mundial de los Derechos Humanos. Recuperado de: shorturl.at/lmxNO.

Jung, S., y Won, E. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905. doi: <https://doi.org/10.3390/su10040905>

Kandlhofer, M., y Steinbauer, G. (2016). Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical-and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679-685. doi: <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.007>

Kurti, R., Kurti, D., y Fleming, L. (2014). Practical implementation of an educational makerspace. *Teacher Librarian*, 42(2), 20. Recuperado de: shorturl.at/cdpuF

Madill, H. M., Campbell, R. G., Cullen, D. M., Armour, M. A., Einsiedel, A. A., Ciccocioppo, A. L., y Rothwell, C. J. (2007). Developing career commitment in STEM-related fields: myth versus reality. *Women and Minorities in Science, Technology, Engineering and Mathematics*, 210. doi: <https://doi.org/10.4337/9781847206879>

- Manches, A., y Plowman, L. (2015). Computing education in children's early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 191-201. doi: <https://doi.org/10.1111/bjet.12355>.
- Metz, S. S. (2007). Attracting the engineers of 2020 today. *Women and minorities in science, technology, engineering, and mathematics: Upping the numbers*, 184-209.
- Öztürk, H. T., y Calingasan, L. (2018). Robotics in Early Childhood Education: A Case Study for the Best Practices. In H. Ozcinar, G. Wong, y H. Ozturk (Eds.). *Teaching Computational Thinking in Primary Education* (182-200). Hershey, IGI Global. doi: <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-3200-2.ch010>.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299.
- Preddy, L. (2013). Creating school library "makerspace". *School Library Monthly*, 29(5), 41-42. Recuperado de: shorturl.at/bnQT7
- Resnick, M. y Robinson, K. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT press.
- Román-González, M., Moreno-León, J., y Robles, G. (2019). Combining Assessment Tools for a Comprehensive Evaluation of Computational Thinking Interventions. In *Computational Thinking Education* (79-98). Springer, Singapore. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_6
- Sarrionandía, G. E. y Ainscow, M. (2011). La educación inclusiva como derecho. Marco de referencia y pautas de acción para el desarrollo de una revolución pendiente. Tejuelo: didáctica de la lengua y la literatura. *Educación*, 12, 26-46. Recuperado de: shorturl.at/adoQT
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250-264. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.030>
- Siu-Cheung, K. (2019). Components and Methods of Evaluating Computational Thinking for Fostering Creative Problem-Solvers in Senior Primary School Education. *Computational thinking Education*. NY: Springer Berlin Heidelberg, 2019. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_8
- Steele, C. M. (1998). Stereotyping and its threat are real. *American Psychologist*, 53, 680-681.
- Thompson, G. (2014). The maker movement connects to the classroom. *The Education Digest*, 80(3), 34. Recuperado de: shorturl.at/bitKQ
- UNESCO (2008). Educación Inclusiva. Recuperado de: shorturl.at/gmFX8
- UNICEF (2018). *Learning through play: Strengthening learning through play in early childhood education programmes*. New York: UNICEF. Recuperado de: shorturl.at/fhjmU
- Zosh, J. N., Hopkins, E. J., Jensen, H., Liu, C., Neale, D., Hirsh-Pasek, K., Solis, S., y Whitebread, D. (2017). *Learning through play: a review of the evidence*. LEGO Fonden. Recuperado de: shorturl.at/jlCT8

INFORMACIÓN SOBRE LA AUTORA

Carina Soledad González González

Universidad de La Laguna

Profesora Catedrática de la Universidad de La Laguna (España) en el Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas. Sus áreas de especialización son la Informática Educativa y la Interacción Persona-Ordenador. Desde hace más de 20 años ha centrado su especialización en el campo de la Informática Educativa y la Interacción Persona-Ordenador (Sistemas Tutoriales Inteligentes, Interfaces adaptativas y personalizables, Videojuegos Educativos, Gamificación, e-learning, cultura digital). Ha publicado más de un centenar de artículos de investigación sobre esta temática.



Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia de Reconocimiento 4.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir por igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/es/).