

LA ROBÓTICA, LA PROGRAMACIÓN Y EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA EDUCACIÓN INFANTIL

Robotics, coding and computational thinking in Early Childhood Education

Robótica, Programação e Pensamento Informático na Educação Infantil

María del Mar Sánchez Vera

Universidad de Murcia, España

mmarsanchez@um.es

Resumen

A pesar de la falta de publicaciones y estudios en el ámbito específico de la Educación Infantil, existe una clara tendencia a la inclusión de la robótica y la programación en las aulas de esta etapa, así como el planteamiento de diferentes propuestas curriculares que tratan de promover la integración del pensamiento computacional (usando o no tecnologías) en edades tempranas. Este artículo analiza, en primer lugar, la relación que existe entre la robótica, la programación y el pensamiento computacional, en donde concluiremos que son conceptos que están relacionados, pero no son condicionantes unos de los otros. Muchas de las propuestas educativas actuales en relación a la robótica parten de actividades extraescolares o aisladas, motivadoras, pero que no aprovechan el potencial del mismo, que se refiere a cómo el profesorado de Educación Infantil puede incorporarlo de manera transversal en sus actividades de aula, en el marco de una estrategia didáctica interdisciplinar.

También se incluyen las propuestas curriculares actuales que existen en torno a qué se entiende por pensamiento computacional en Educación Infantil y cómo se puede trabajar en el aula con niños de menores de 6 años. El análisis de las propuestas en relación a la Educación Infantil marca una tendencia en torno a la incorporación desde una perspectiva globalizada, por lo que la formación del profesorado en torno a cómo aplicar estrategias que posibiliten el pensamiento computacional de los alumnos se alza como un elemento necesario a incorporar en la práctica de la formación a formadores.

Palabras clave: *pensamiento computacional; educación infantil; currículum.*

Abstract

Despite the lack of publications and studies in the specific field of Kindergarten education, there is a clear trend towards the inclusion of robotics and programming in the classrooms of this stage, as well as the approach of different curricular proposals that try to promote the integration of computer thinking (using or not technologies) at early ages.

First, this article analyzes the relationship between robotics, programming and Computational Thinking, where we will conclude that these concepts are related among them, but they are not conditioning one to the others. Many of the current educational proposals in relation to robotics come from extracurricular or isolated activities, motivating, but they do not take advantage of the potential of these resources, that is how teachers from kindergartens can implement them in an interdisciplinary strategy, in the framework of a coherent didactic planning.

The current curricular proposals about Computational Thinking and Early Childhood Education are also included. Last ideas regarding Computational Thinking and Kindergarten highlight the importance of the implementation from a multidisciplinary perspective, so teachers' training, regarding the design and application of tasks and strategies, is a necessary element to incorporate in the curriculum.

Key words: *computational thinking; early childhood; education; curriculum.*

Resumo

Apesar da falta de publicações e estudos no campo específico da Educação Infantil, há uma clara tendência para a inclusão da robótica e programação nas salas de aula desta etapa, bem como a abordagem de diferentes propostas curriculares que tentam promover a integração do Pensamento Informático (usando ou não tecnologias) nas idades iniciais. Este artigo analisa, antes de mais nada, a relação entre robótica, programação e Pensamento Computacional, onde concluiremos que são conceitos relacionados, mas não condicionados um pelo outro. Muitas das actuais propostas educativas em relação à robótica são baseadas em actividades extracurriculares ou isoladas, motivadoras, mas não aproveitam o seu potencial, que é como os professores de Educação Infantil podem incorporá-lo de forma transversal nas suas actividades de sala de aula, no quadro de uma estratégia didáctica interdisciplinar.

Também será incluindo das actuais propostas curriculares sobre o que se entende por Computer Thinking in Infant Education e como é possível trabalhar na sala de aula com crianças com menos de 6 anos de idade. A análise das propostas em relação à Educação Infantil marca uma tendência em torno da incorporação a partir de uma perspectiva global, de modo que a formação de professores sobre como aplicar estratégias que permitam aos alunos o Pensamento Informático surge como um elemento necessário para incorporar na prática da formação de formadores.

Palavras-chave: *pensamento informático; educação infantil; curriculum.*

1. Introducción al pensamiento computacional: de dónde viene y hacia dónde vamos

Cuando se comienza a analizar qué tipo de enseñanza y qué tecnologías se están utilizando en la Educación Infantil en los últimos años, se puede ver que la robótica está viviendo un auge en relación a su incorporación en contextos educativos. Se puede comprobar en la gran cantidad de oferta en relación con robótica para esta etapa que se encuentra en la actualidad, y también en las primeras experiencias del profesorado en relación al uso de robots para el segundo ciclo de Educación Infantil, en donde algunas maestras están siendo pioneras en torno al uso de la robótica en las aulas de segundo ciclo de esta etapa (La Opinión, 2018). Teniendo en cuenta siempre los principios generales del uso de medios (Brown, Lewis, y Harcleroad, 1977; Cabero, 2001; Prendes, 1998), sabemos que no existe el súper medio ni el recurso adecuado para todos los fines. Además, como bien indican Valverde, Fernández y Garrido (2015), es relativamente frecuente encontrar en Tecnología Educativa recursos que prometen cambios sustanciales en el aprendizaje, pero hemos de ser precavidos y recordar las bases de la disciplina para no caer en los errores del pasado. No obstante, es interesante plantearnos qué nuevas posibilidades nos ofrece la programación, la robótica y el pensamiento computacional en las aulas.

El pensamiento computacional no es un término nuevo, Papert (1980), considerado padre de la robótica tal y como la conocemos actualmente, ya hablaba de la importancia del mismo en el marco de su propuesta educativa (el construccionismo), a través del trabajo con el robot “turtle” y el lenguaje de programación LOGO. Papert (1980) decía que su propuesta era que el robot fuera un objeto que sirviera para proyectar el pensamiento y las acciones (lo definía como un “objeto con el que pensar”) y que fuera un elemento motivador al alumnado, ya que desde edades tempranas se siente atraído por este tipo de

tecnologías.

Lo interesante de la propuesta de Papert es que, a pesar de su origen como matemático, dedicó esfuerzos a valorar la importancia de la educación y a entender la manera en la que el niño aprende, para integrar la tecnología de manera adecuada, y contemplaba la importancia de trabajar la robótica y la programación desde edades tempranas.

A finales de los 80 y durante la década de los 90, el desarrollo de programas y entornos de sistema operativos más intuitivos y visuales hace decaer la necesidad de que los usuarios de tecnologías tuvieran que aprender a programar, y por tanto, de las teorías relacionadas con el pensamiento computacional. Aprender a programar no se hace necesario en un ecosistema digital cada vez más intuitivo para el usuario. Por tanto, durante los 80-90 las tendencias en tecnología y en maneras de aprender con tecnología derivan en otros derroteros, hasta que en 2006 Jeannette M. Wing hace un análisis sobre el pensamiento computacional, en un artículo que se considera un punto de inflexión sobre el tema. Esta autora define el pensamiento computacional de esta manera:

“El pensamiento computacional involucra la resolución de problemas, el diseño de sistemas y el entendimiento del comportamiento humano, a partir de los conceptos y procedimientos de la tecnología” (Wing, 2006, p.2).

El pensamiento computacional es un concepto complejo, ya que la comunidad científica no se pone de acuerdo en cómo conceptualizarlo, pero sí existe acuerdo en torno a que, su resurgir en los últimos años le dota de un significado que tiene gran potencial en los contextos educativos, ya que nos permitiría aprender a resolver problemas y desarrollar determinadas habilidades relevantes en la actualidad.

Wing aporta una nueva dimensión al pensamiento computacional, que se relaciona con el hecho de disponer de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para ser capaz de utilizar las tecnologías para solucionar los problemas de la vida diaria (Korkmaz, Cakir y Özden, 2017). Esto implicaría que el pensamiento computacional es una determinada manera de resolver problemas, y que puede desarrollarse no únicamente desde la informática, sino desde otros ámbitos, incluso sin tecnología, lo que se denomina pensamiento computacional *unplugged* (desconectado).

Este nuevo interés en el pensamiento computacional desde entornos educativos, unido a

la mejora de la tecnología robótica y los lenguajes de programación (que se hacen más sencillos a partir del uso de entornos como *Scratch*, que se lanzó en 2007 y que permite la programación sencilla por bloques) retoma las ideas de los años 60 respecto a las posibilidades que tiene en contextos educativos y le aporta un nuevo enfoque que ha ido creciendo con las aportaciones de investigadores de diferentes áreas de conocimiento, que cada vez apuestan más por la integración de estas tecnologías en la escuela.

Por lo tanto, es a finales de la década de los 2000 cuando comienza a abordarse de nuevo el pensamiento computacional desde un nuevo enfoque. Resnik et al (2009, p.36) explican los motivos por los que hasta entonces las iniciativas no habían tenido repercusión en las escuelas:

- El lenguaje para la programación era complicado para niños.
- Programar ha sido introducido con actividades que no estaban conectadas con los intereses de los alumnos.
- La programación ha sido introducida en contextos que no han sido adaptados y bajo una guía no adecuada.

Lee, Hwee y Koh (2014) añaden que la propuesta de Papert seguramente no fue fructífera porque realizaba una aproximación a la tecnología distinta a la que se llevaba a cabo en esa época las escuelas norteamericanas, caracterizada por corrientes conductistas. Algunos autores, como Bilkstein (2013), consideran que Papert fue un visionario, y que, hasta que no han cambiado los enfoques de trabajo en entornos educativos con tecnología, no se ha llegado a poder ver el potencial real de sus propuestas.

En los últimos años, existe un creciente interés en la incorporación del pensamiento computacional en contextos educativos, entre otras cosas porque puede ser una manera con la que tratar de despertar conciencias científicas y ayudar a la mejora y el crecimiento de un país a través de solventar las demandas laborales relacionadas con las TIC (Bocconi et al, 2016).

Debido a esto, se han realizado las primeras experiencias de incorporación curricular de la programación, la robótica y el pensamiento computacional, principalmente en Educación Secundaria, y en muchos casos, a través de propuestas centradas en asignaturas de ciencias experimentales (STEM). Estas primeras propuestas han sido cuestionadas en

ocasiones por su enfoque excesivamente técnico. Zapata-Ros (2015) explica que uno de los problemas del pensamiento computacional en educación es el inducir a los niños a elaborar líneas de código y hacerlas sin pensar en el problema a resolver y sin diseño previo, es la idea, comenta, que subyace a los concursos de programación, programar a través de juegos, etc. A veces, la introducción de estos temas en el currículo se ha centrado en la importancia en la programación en sí misma, y no atiende a los aspectos relacionados con el pensamiento lógico o el potencial colaborativo que tiene.

Frente a estas perspectivas técnicas, que abordan la robótica en ocasiones como actividad únicamente extracurricular y no conectada de manera interdisciplinar, existen ya las primeras propuestas curriculares para potenciar la implementación del pensamiento computacional, la programación y la robótica desde una perspectiva más integradora. En España, el Ministerio de Educación y Formación Profesional ha creado un grupo de trabajo a través del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) que trata de incorporar la programación, la robótica y el pensamiento computacional al currículo en todos los niveles educativos.

2. La relación entre programación, robótica y pensamiento computacional

Parece ser que hay acuerdo entre los distintos autores que tratan en tema (Adell et al, 2017; Bocconi, 2016; Korkmaz, Cakir y Özden, 2017; Grover y Pea, Korkmaz, 2013; Yee y Hwee, 2014) en que, como ya hemos visto, el pensamiento computacional no es algo novedoso, pero su resurgir desde una nueva perspectiva y con nuevos robots y lenguajes de programación abre un nuevo abanico de posibilidades en los contextos educativos. Wing (2008) indica que, de igual manera que escribir nos ayuda a organizar el pensamiento y plantearnos la manera de expresar una idea, con la programación sucede algo parecido. En esta línea, Bers (2018) indica que no limita el pensamiento computacional solo a algo que nos ayuda a resolver problemas, sino que supone también nueva forma de alfabetización, ya que la programación, al igual que la escritura, es un medio para expresarnos.

Cuando hablamos de pensamiento computacional podemos pensar en otros conceptos relacionados, como el de programación o robótica. Es importante en este punto destacar que podemos trabajar el pensamiento computacional, la programación, la robótica, la alfabetización computacional y la competencia digital de formas diversas y no

excluyentes, pero también podemos hacer una mala integración de los recursos y por tanto no aseguramos que trabajar una implique necesariamente desarrollar la otra (Adell et al, 2017). Es decir, el desarrollo del pensamiento computacional no se produce únicamente al trabajar con la programación o la robótica (ya que también podemos trabajarlo con la programación de videojuegos, lenguajes visuales, etc.), y al mismo tiempo, el hecho de programar o trabajar con robótica no garantiza el desarrollo del pensamiento computacional (Adell et al, 2017; Bers, 2018; González et al, 2018; Korkmaz, Cakir y Özden, 2017).

Existe controversia, por tanto, respecto a la relación entre programación y pensamiento computacional. Se suele considerar erróneamente que al incluir la programación se está desarrollando el pensamiento computacional (González et al, 2018), pero dependerá mucho del tipo de tarea que proponga el docente en torno a la programación y la manera en la que configure los equipos de trabajo, el que se desarrolle el pensamiento computacional o no. En realidad, podríamos decir que no son términos sinónimos pero utilizan procesos cognitivos similares, por lo tanto, programar es un elemento constituyente del pensamiento computacional, ya que es lo que hace que podamos concretar y entender los elementos del mismo y convertirlos en una herramienta para el aprendizaje, y es un medio para explorar y crear productos. Bers (2018) indica que programar permite desarrollar el pensamiento computacional, del mismo modo que desarrollar el pensamiento computacional ayuda a aprender a programar. Son por tanto, elementos estrechamente relacionados, aunque trabajar uno no implique necesariamente trabajar el otro.

En todo caso, la adquisición del pensamiento computacional no es espontánea, por lo que el papel del docente se vuelve relevante, en torno a cómo planifica las tareas relacionadas con el desarrollo del pensamiento computacional a través de la programación (González et al, 2018).

3. La integración del pensamiento computacional en la Educación Infantil

Podría cuestionarse si la programación, la robótica y/o el desarrollo del pensamiento computacional tienen posibilidades en la etapa de la Educación Infantil, es decir, si los niños hasta 6 años podrían trabajar estos elementos o deberían abordarse mejor desde la Primaria o Secundaria, como se ha hecho principalmente hasta ahora. No obstante, existen

muchas plataformas y tecnologías disponibles para el aula de Infantil que podemos usar y que suponen nuevas oportunidades de aprendizaje.

Resulta interesante la reflexión de Martínez y Gómez (2018), que indican que realmente, la robótica y la programación no están alejados del entorno normal de los niños de Educación Infantil. Los autores explican que el 60% del uso que se le da en casa a la tecnología es para ocio. Entre estas tecnologías que usan los niños, los juegos en tabletas y los juguetes robóticos son cada vez más comunes. Estos suelen estar ya programados, por lo que los niños aprenden a usar juguetes pre-programados. Son muchos los autores que defienden la pertinencia de aprender a programar y trabajar con robótica como medio para desarrollar el pensamiento computacional en niños menores de 7 años, lo que ayudaría a establecer una relación diferente con la tecnología (Bers et al, 2014; Bers, 2018; Flannery, 2013; Mims, 2012; Stoeckelmayer, Tesar y Hofmann, 2011).

Como hemos visto, trabajar de manera adecuada con programación y robótica ayuda a desarrollar el pensamiento abstracto. Y considerar que el pensamiento abstracto no es adecuado para los niños y niñas de corta edad es un error, ya indicado por Vigotsky (1984), que mencionaba en sus trabajos la importancia de abordar desde los primeros años de la infancia el pensamiento y la lógica abstracta.

Ya en el año 84, Turkle hablaba de la importancia de la incorporación de la tecnología en las edades más jóvenes, y específicamente de cómo elementos de programación pueden incorporarse a edades tempranas. Desde entonces se puede identificar una corriente que trata de enseñar tecnología a los jóvenes únicamente a nivel técnico y otra corriente que aborda la alfabetización digital de una manera más global, en relación al desarrollo de competencias utilizando tecnologías (Bers, 2010).

Mims (2012) indica que, al igual que en Educación Infantil introducimos a los niños en el alfabeto para que puedan desarrollar su idioma para comunicarse, deberíamos introducirlos en la codificación y programación, porque implican las bases de la alfabetización del siglo XXI. Bers et al (2014) indican la existencia de varios estudios que demuestran que a la edad de 4 años los niños y niñas ya pueden construir y programar robots, aunque otros estudios indican que la correspondencia entre la programación y el desplazamiento del robot es comprendida mejor por los niños de 5 años (Martínez y Gómez, 2018). En todo caso, más allá de la discusión acerca edad adecuada para usar

determinado tipo de robots, los autores coinciden en que se pueden adaptar ideas para incorporar el pensamiento computacional en Educación Infantil (Martín y Martín, 2016), y los estudios muestran que cuando se trabaja la robótica en la Educación Infantil, los niños de todas las edades logran construir ideas complejas sobre qué es un ordenador, qué es programar y qué hace un programador, así como el desarrollo de elementos del pensamiento computacional mediante conceptos como secuencia, parámetro, ciclo y condicional (Martínez y Gómez, 2018). De hecho, el concepto de “algoritmo”, base de la informática, puede trabajarse en Educación Infantil. El algoritmo se refiere a unas instrucciones para resolver un problema a partir de una serie de pasos definidos. Un programa ejecuta algoritmos y los lenguajes de programación son uno de los medios a partir de los cuales se expresa un algoritmo. El uso de lenguajes visuales ha ayudado a que el lenguaje de programación sea más fácil de entender por los humanos. Yee y Hwee (2014) indican que podemos trabajar los conceptos del pensamiento computacional fácilmente de manera visual sin conocer los complejos de la programación sintáctica tradicional. En este sentido, las propuestas que se denominan “pensamiento computacional desenchufado” tienen también mucho potencial para el aprendizaje.

4. Propuestas curriculares para el desarrollo del pensamiento computacional en la Educación Infantil

A pesar de las potencialidades que tiene trabajar el pensamiento computacional en edades tempranas, no encontramos muchas iniciativas o proyectos oficiales relacionados con el mismo en la etapa de Educación Infantil, por ejemplo, en relación a la robótica (Eck et al, 2013), y menos si abordamos específicamente la temática del pensamiento computacional (Yee y Hwee, 2014). Es excepción el trabajo de Bers (2010, 2014, 2018) que promueve desde hace años el uso de la programación y la robótica en la etapa infantil, para poder desarrollar, de este modo, el pensamiento computacional. También es destacable algunas propuestas e iniciativas que provienen del profesorado de esta etapa, en su interés por innovar y mejorar su docencia.

A nivel europeo no existen muchas experiencias oficiales en Educación Infantil. Específicamente, Bocconi et al (2016) en una revisión en torno a lo que se está realizando en los países de la Unión Europea, indican que se incluye el desarrollo de la programación y el pensamiento computacional en Educación Infantil en Malta, pero no lo encontramos

en el análisis curricular de otros países. De hecho, las políticas en torno a la inclusión del pensamiento computacional son mayores en Secundaria que en Primaria, lo que hace entrever que son elementos que se consideran de interés para etapas posteriores, no para la Educación Infantil.

No obstante, a pesar de esta falta de publicaciones o estudios en el ámbito específico de la Educación Infantil, existe una tendencia a la inclusión de la robótica y la programación en las aulas de esta etapa. La utilización de algunos robots es cada vez mayor en los centros educativos y existen las primeras iniciativas para la integración y el trabajo directo con las aulas, como el grupo del MIT “*lifelong kindergarten*”, que desarrolla nuevas tecnologías para esta etapa educativa.

En España, encontramos la propuesta publicada en septiembre de 2018 por el INTEF en torno a las primeras propuestas para la incorporación del pensamiento computacional en Educación Infantil. En el informe se indican los siguientes objetivos y aclaraciones para la etapa (INTEF, 2018, p.60):

Objetivo	Ejemplos y aclaraciones.
Crear y seguir conjuntos de instrucciones paso a paso para completar tareas.	Por ejemplo, se podrían crear y seguir, de manera verbal o cinestésica, conjuntos de instrucciones para completar tareas familiares como lavarse los dientes, prepararse para ir al colegio o preparar una receta simple, como un bocadillo.
Desarrollar programas sencillos con secuencias de instrucciones ordenadas para resolver tareas simples.	Para desarrollar estos programas podrían utilizar actividades “desenchufadas”, lenguajes de programación visuales basados en flechas o símbolos, o robots programables mediante botones incorporados en los propios dispositivos.
Conocer la forma en que los programas representan información.	Por ejemplo, al planificar una secuencia de instrucciones se podrían utilizar manos arriba/abajo como representaciones de sí/no, o números u otros símbolos para representar cantidades, como el número de pasos a avanzar.
Comprender y verbalizar los resultados esperados de un programa sencillo.	Por ejemplo, dada una secuencia de instrucciones creada a base de flechas que representen los movimientos de un robot en un tapete, se podría discutir si el robot llegará al destino deseado.
Identificar y corregir errores en algoritmos o programas formados por secuencias simples.	El alumnado debería ser capaz de utilizar estrategias simples, como ensayos de prueba y error, seguir el conjunto de instrucciones paso a paso y modificar la secuencia de instrucciones, para solucionar los errores de un programa que no funciona correctamente.

Tabla 1. Objetivos propuestos para la Educación Infantil en cuanto a programación, robótica y pensamiento computacional. INTEF (2018: 60).

La propuesta normativa del INTEF (2018) se caracteriza por presentar la incorporación de la robótica, la programación y el pensamiento computacional desde una perspectiva interdisciplinar, en donde el diseño de la tarea por parte del profesorado es fundamental.

Esta propuesta parece seguir el marco establecido previamente por la Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (ISTE) y la Asociación de Docentes en Ciencias de la Computación (CSTA), que han incluido los componentes del pensamiento computacional en el marco de un cuadro de progreso para trabajar en el aula, e identificando ejemplos de tareas adecuadas para distintos niveles educativos. Indicamos a continuación los propuestos para Educación Infantil y los primeros cursos de Educación Primaria.

	Definición	Educación Infantil y hasta 2° curso de Educación Primaria
Recopilar datos	El proceso de reunir la información apropiada.	Realizar un experimento para encontrar el coche de juguete más veloz en un plano inclinado y registrar en una tabla el orden de llegada de los carros a la línea de meta.
Analizar datos	Encontrarle sentido a los datos, hallar o establecer patrones y sacar conclusiones	Hacer generalizaciones respecto al orden de llegada a la meta en la carrera de coches en base a las características del coche enfocándose en su peso. Probar las conclusiones adicionando peso a los coches para modificar los resultados
Representar datos	Representar y organizar los datos en gráficas, cuadros, palabras o imágenes apropiadas	Crear un cuadro o un dibujo que muestre cómo la velocidad del coche de juguete cambia cuando su peso se modifica.
Descomponer problemas	Dividir una tarea en partes más pequeñas y más manejables	Producir o generar las indicaciones de un lugar en el colegio, dividiéndolas en pequeñas zonas geográficas. Unir las secciones de estas indicaciones o direcciones para formar un todo.
Abstraer	Reducir la complejidad para definir o establecer la idea principal.	Formas de tres lados con muchos tamaños y colores, lo abstracto, es un triángulo.
Algoritmos y procedimiento	Serie de pasos ordenados que se siguen para resolver un problema o lograr un objetivo.	Genere un conjunto de instrucciones que desde el colegio conduzcan a los principales sitios de interés del vecindario.
Automatización	Hacer que los ordenadores o las máquinas realicen tareas tediosas o repetitivas	Comunicarse con una clase de otra región o país para aprender sobre su cultura mediante herramientas de Internet que reemplacen las comunicaciones escritas, cartas.
Simulación	Representar o modelar un proceso. La simulación involucra también realizar experimentos usando modelos	Después de generar un conjunto de instrucciones, ejecútelas para tener la seguridad de que están correctas.
Paralelismo	Organice los recursos para que simultáneamente realicen tareas con el fin de alcanzar una meta u objetivo común.	En base a un conjunto de criterios, dividir la clase en dos grupos. Pedir a uno de ellos que lea en voz alta mientras que el otro grupo acompaña en voz baja una melodía de fondo. El objetivo se alcanza, pero el todo es mejor que cada una de las partes.

Tabla 2. Vocabulario del pensamiento computacional y cuadro de progreso (ITSE y CSTA (2016: 16).

En esta misma línea, y para tratar de recopilar todas las propuestas más relevantes que existen para el desarrollo del pensamiento computacional en Educación Infantil, añadimos la propuesta de Bers (2018), que parte de establecer una relación entre los conceptos computacionales y los conceptos y destrezas que se pueden trabajar en la Educación Infantil.

Idea computacional	Conceptos y destrezas relacionados en Educación Infantil
Algoritmo	Secuenciar/ordenar. Organización lógica.
Modularidad	Dividir una tarea en pequeños pasos. Escribir instrucciones. Seguir una lista de instrucciones para conseguir realizar un proyecto.
Control de estructuras	Reconocer patrones y repeticiones. Causa y efecto.
Representación	Uso de símbolos. Modelos.
Hardware/Software	Entender que los objetos “inteligentes” no funcionan de manera mágica. Reconocer objetos que son programados por las personas.
Proceso de diseño	Resolución de problemas. Perseverancia. Editar/revisar.
Depuración	Identificar problemas. resolver problemas. Perseverancia.

Tabla 3. Idea computacional, conceptos y destrezas relacionados en la Educación Infantil. Bers (2018: 79)

La propuesta de Bers (2018) desarrolla las siguientes ideas computacionales y su relación con la Educación Infantil:

- Algoritmos. Trabajar con algoritmos ayuda a desarrollar el pensamiento abstracto. Estos se pueden trabajar mediante la ejecución de secuencias. La secuenciación es una habilidad de importancia en Educación Infantil, ya que permite ejecutar acciones en un determinado orden. Trabajar algoritmos implica entender que diferentes algoritmos pueden conseguir el mismo resultado, pero unos son más efectivos que otros.
- Modularidad. La modularidad implica dividir tareas complejas en procedimientos más simples y manejables. Supone la subdivisión de trabajo y la descomposición de ideas. En Educación Infantil la descomposición de tareas es un aspecto básico, para invitar a un cumpleaños, por ejemplo, primero hay que enviar las invitaciones, preparar la comida, etc. Conforme el niño crece, aprende que las

tareas pueden ser realizadas por personas diferentes para la construcción de algo colectivo.

- Control de estructuras. Determina el orden en el que las instrucciones serán ejecutadas por un algoritmo o programa. Los niños primero aprenden el concepto de secuencia y después se familiarizan con el uso de funciones, bucles, acciones condicionales, etc. El aprendizaje se produce por causa-efecto.
- Representación. Los ordenadores gestionan datos y valores de diferentes formas. Para hacerlos accesibles, se trabaja con la representación. En el aprendizaje en EI los niños trabajan con la idea de que determinados conceptos pueden ser representados por símbolos, como por ejemplo, las letras o los números, que además podemos juntar de distinta forma para crear palabras concretas o cifras distintas. Para programar, lo primero que tienen que saber los niños es entender que los lenguajes de programación usan símbolos para representar acciones.
- Hardware/software. La informática necesita de hardware y software para funcionar. Parte del hardware es tangible (pantallas, teclados, etc.) aunque otro no lo es, como los componentes internos de los ordenadores. Resulta interesante que los niños entiendan como el software es el que permite a determinado tipo hardware realizar determinadas acciones. Los robots son un tipo especial de hardware.
- Proceso de diseño. El proceso de diseño cuando se trabaja con programación y robótica es cíclico, en donde el feedback es un elemento fundamental. Supone preguntarse sobre algo, imaginar una posible solución, planificar, crear, evaluar-mejorar y compartir.
- Depuración. La depuración implica realizar un análisis sistemático y evaluar qué ha sucedido para tratar de encontrar la mejor forma de resolverlo. Cuando un código no funciona como se pretendía se revisa cada uno de los pasos para ver dónde ha podido estar el problema. Supone el desarrollar el pensamiento lógico y el análisis detallado paso a paso de una acción.

Todas estas propuestas parecen marcar una tendencia que trata de la incorporación de la programación, la robótica y el pensamiento computacional desde una perspectiva

interdisciplinar. Esto resulta algo interesante en relación a los planteamientos educativos. Valverde, Fernández y Garrido (2015) indican que la robótica no debería estar limitada a una asignatura del currículo, ya que esta división del conocimiento es contradictoria con el desarrollo de competencias y alfabetizaciones de corte transversal.

En Educación Infantil, esta fragmentación del conocimiento puede producirse al organizar rincones de trabajo aislados y desde una perspectiva errónea, otorgando a la robótica un rincón específico y sin relación con otros aprendizajes. No significa esto que haya que hacer una crítica al trabajo por rincones. Como indica Romero (2006), el trabajo por rincones es una de las estrategias más utilizadas en la Educación Infantil. Pero, el trabajo por rincones tendrá buenos resultados cuando se produzca una buena integración de los recursos en el desarrollo de una estrategia metodológica docente coherente.

Por lo tanto, en el marco curricular de la Educación Infantil podemos incorporar el pensamiento computacional, justificado por la necesidad, expuesta en diferentes documentos normativos, como la LOMCE (2013), que indica en el título 1, que entre otras acciones, se debe fomentar en el segundo ciclo un acercamiento al uso de las tecnologías de la información y la comunicación. O el Real Decreto 1630/2016, de 29 de diciembre, que especifica la importancia de iniciar a los niñas y niños en la comprensión de los mensajes audiovisuales y su utilización adecuada, el acercamiento a producciones audiovisuales como películas, dibujos animados o videojuegos (con una valoración crítica de sus contenidos y de su estética). También habla del lenguaje audiovisual y las tecnologías de la información y la comunicación presentes en la vida infantil, requieren un tratamiento educativo que, a partir del uso apropiado, inicie a niñas y niños en la comprensión de los mensajes audiovisuales y en su utilización adecuada. Esto justifica que la incorporación de lenguajes de programación y robótica ayudan a cumplir esos requerimientos normativos, ya que el papel de la programación y la robótica será fundamental en pocos años (Bocconi et al, 2016).

Es decir, como indica el INTEF (2018: 60) el enfoque para trabajar en esta etapa educativa puede pasar por incorporarlos como “vehículo para el aprendizaje interdisciplinar”. Esto implica abordar una doble perspectiva: en Educación Infantil el pensamiento computacional se puede trabajar de forma transversal y la programación y la robótica convertirse un recurso más del docente para trabajar otro tipo de contenidos. Es el docente

el que establece con su propuesta metodológica, cómo trabajar e integrar estos recursos, que en Educación Infantil pueden integrarse bajo metodologías como el aprendizaje basado en el juego.

En la Universidad de Murcia (España) han tenido lugar en los últimos años diversos proyectos telecolaborativos sobre pensamiento computacional entre docentes universitarios y maestros de las escuelas (Sánchez, Serrano y Solano, 2020). El trabajo desarrollado nos ha permitido establecer una propuesta didáctica para la integración del pensamiento computacional, adaptado a las aulas de Educación Infantil (Serrano, Sánchez y Solano, 2020):

1. Metodología “pensar haciendo”. Trabajar en el aula de Educación Infantil supone partir de un análisis de nuestra propia acción docente y plantear acciones dinámicas adecuadas a las edades de los niños.
2. Partir de situaciones reales. Es un aspecto muy trabajado en Educación Infantil, partir de los ámbitos de interés del niño/a. Esto implica que se pueden desarrollar aplicaciones transversales y utilizar diferentes proyectos y contenidos del curso para integrar el pensamiento computacional. La incorporación como un recurso transversal puede favorecerse a través de actividades de gran grupo, como en la asamblea (Martín y Martín, 2016) o como parte del desarrollo de un proyecto educativo. El potencial del uso de la robótica en la etapa de Educación Infantil está en el uso que haga el profesorado, que ha de incluirlo en el marco de una estrategia didáctica con sentido y planificar la tarea de forma adecuada para adaptarla al contexto y a las necesidades del alumnado.
3. Actividades desenchufadas. En Educación Infantil las actividades desenchufadas cobran un papel fundamental. Muchos de los robots de Educación Infantil funcionan con paneles de suelo y trabajan la orientación. El recrear estos paneles y las secuencias de instrucciones al robot de tal forma que el niño lo viva en primera persona es interesante. Pero las actividades desenchufadas no sirven solo para habituar al niño al uso del robot. Las hemos organizado en cinco tipologías:
 - A. Actividades para conocer la estructura de un ordenador.
 - B. Actividades para conocer cómo procesa la información un ordenador.

- C. Actividades para conocer las bases de la programación.
 - D. Actividades para conocer la estructura y construcción de un robot.
 - E. Actividades para conocer el funcionamiento de un robot.
4. Montaje y construcción de robots. No todos los robots de Educación Infantil permiten esta opción, pero podemos utilizar actividades desenchufadas del tipo (d) para adentrarnos en el tema. De este modo, por ejemplo, podríamos utilizar piezas de construcción tipo Lego para que el niño se inicie en este tipo de tareas. A través del uso de piezas de construcción, elementos de reciclaje o kits específicos de robótica los niños y niñas también pueden crear un robot. Existen experiencias de Educación Infantil, en las que usando *Lego WeDo*, los niños de 4 años han construido un robot (Ferreira et al, 2012) que ha sido programado posteriormente por el docente para favorecer la interacción con el alumnado.
5. Iniciación a la programación. En función del robot, podemos trabajar secuencias de comandos (como en *beebot*), e incluso iniciarse en lenguajes de programación por bloques, en este caso *Scratch Junior*. También se pueden trabajar las bases de la programación con actividades desenchufadas del tipo (c), incorporando actividades con flechas direccionales.
6. Comunicación y exposición de recursos. Independientemente de cualquier nivel educativo del que hablemos esta parte es común. La colaboración entre aulas, centros y distintos niveles es imprescindible.

5. Elementos para trabajar la programación, la robótica y el pensamiento computacional en la Educación Infantil

Para trabajar el pensamiento computacional y la robótica en Educación Infantil, podemos hacer uso de distintas posibilidades.

- Robots para Educación Infantil. En el mercado existe una amplia gama de posibilidades en torno a robots ya creados (*Bee-bot, Next, Cubetto...*) o crear uno a partir de kits de robótica.
- Elementos de construcción (cubos, piezas). Muchos de los robots con los que se trabaja en etapas posteriores a la Educación Infantil se construyen, como los de

Lego We Do. Una de las tareas que podemos hacer en Educación Infantil para introducirnos en la robótica, como propone Bers (2010), es trabajar mediante la construcción de estructuras no robóticas, pero siguiendo el proceso de trabajo que utilizamos en el pensamiento computacional. Específicamente los bloques electrónicos o robóticos son considerados un buen recurso para iniciar en cuanto a la programación a los niños, ya que los resultados muestran que son elementos tangibles que es familiar para los niños de infantil (Wyeth, 2008). También podemos crear estructuras para organizar el “camino” a robots en los paneles de suelo.

- Tarjetas de programación y secuenciación. Para trabajar el pensamiento computacional no es necesario siempre interaccionar con una pantalla. En el ámbito de Educación Infantil podemos desarrollar tareas que ayudan a desarrollar los conceptos básicos de la programación a partir del uso de fichas que incorporen flechas y símbolos que puedan combinarse de distinta manera para crear acciones específicas. También podemos utilizar las cartas de secuencia para trabajar con los robots que funcionan con paneles. Las cartas de secuencia ayudan a ubicar al niño en las acciones a realizar y programarlas previamente. Muchos de los robots permiten el uso de fichas de secuenciación y/o paneles para crear recorridos. Esto genera grandes posibilidades en torno a la creatividad del docente para crear paneles, que pueden ser también creados por los niños.
- Paneles o tableros para robots. Muchos de los robots que se usan en Educación Infantil (*Bee-bot, Next, Cubetto...*) desarrollan sus posibilidades a partir del uso de paneles, con casillas de 15x15 centímetros. Podemos crear paneles de todo tipo y temática, en función del contenido y la actividad que queramos trabajar. Los paneles los puede diseñar el docente, pero también los niños de Educación Infantil pueden trabajar en la creación de los mismos.



Figura. 1. Beebot y panel realizado por el alumnado universitario

- Juegos de mesa. La lógica del pensamiento computacional puede trabajarse sin pantallas mediante algo tan sencillo como un juego de mesa. Un buen ejemplo es el juego *Robot Turtles*, en el que los niños pueden jugar a partir de 4 años. Los jugadores tienen que conseguir que las tortugas consigan unas gemas a partir de la realización de diversos movimientos por el tablero.
- Entornos de programación para Educación Infantil. Uno que ofrece muchas posibilidades es *Scratch Jr.*, ya mencionada anteriormente, que es una adaptación del entorno *Scratch* adaptado para los niños y niñas más pequeños (5 a 7 años). También podemos encontrar otras propuestas como Kodable. Se indica para niños entre 4 y 10 años, ayuda a aprender a programar a través de juegos y permite acceder con rol docente y crear una clase a la que accederán los estudiantes.
- Apps. Existen apps que, normalmente mediante la mecánica de juego, introducen elementos de programación. Algunos ejemplos son *Lightbot*, que permite, mediante el uso del juego, que los niños creen secuencias y prueben si funcionan, o el dinosaurio *Daisy*, creado por *Hopscotch*, que posibilita que los niños puedan interactuar y jugar con el dinosaurio arrastrando y soltando elementos que permiten diseñar secuencias de programación que harán que Daisy pueda moverse por la pantalla y realizar determinadas acciones.

En todo caso será el docente, como ya hemos indicado, el que diseñará la experiencia de robótica de cara a hacerla significativa para el trabajo del alumnado y que no quede ésta como un mero entretenimiento.

6. Conclusiones

El desarrollo de la robótica en el marco de una planificación adecuada de tareas en la etapa de Educación Infantil ha demostrado tener éxito, como muestra la investigación de Bers et al (2014), que tras implementar la propuesta curricular indicada anteriormente para trabajar el pensamiento computacional destacan que, en general, los resultados fueron satisfactorios, aunque conforme se aumenta el grado de complejidad de las tareas, los alumnos y alumnas necesitan más tiempo y apoyo para trabajar.

Podemos indicar que la robótica tiene varias posibilidades en la etapa de la Educación Infantil:

- Los robots se pueden manipular. Esto permite el desarrollo de la motricidad fina (Bers et al, 2014).
- Al poder manipularse, los robots se convierten en un recurso experiencial directo en sí mismo, que permite ser tocado y experimentado.
- Permite el desarrollo de actividades con un producto final, pero en donde el proceso de trabajo y el diseño del mismo son elementos importantes.
- Permite el desarrollo de conceptos computacionales como secuencia, parámetro, ciclo y condicional (Martínez y Gómez, 2018).
- Pueden ser enmarcados en el marco de otras estrategias metodológicas, como la gamificación o el aprendizaje basado en proyectos.
- El robot ejecuta una acción en el momento, lo que implica que los niños y niñas ven de manera inmediata las consecuencias de lo ejecutado (Stoeckelmayr, Tesar y Hofmann, 2011).
- Puede ser utilizado con distintas estrategias metodológicas, en función de la planificación del docente, como el uso del *storytelling*.
- Permiten el trabajo colaborativo en proyectos conjuntos.
- Es una manera motivadora y creativa de trabajar una actividad educativa.
- Ayuda a la percepción del espacio, ya que muchas de las tareas que se trabajan con robótica en Educación Infantil trabajan la percepción del lugar y el desplazamiento.
- Permite trabajar distintos contenidos educativos.
- El uso de robots de suelo permite mejorar las habilidades espaciales.

- Algunos autores mencionan que el uso de robots puede favorecer el aprendizaje de la lectoescritura (Reina, 2018).

La robótica en la Educación Infantil tiene que integrarse en el marco de un diseño metodológico docente coherente. Como hemos visto, la actividad con robots puede ser motivadora, pero tras el efecto novedad, el uso de la robótica puede perder sentido si no se incorpora de manera adecuada en el marco de una estrategia didáctica más amplia. Un ejemplo es el diseño de un sistema ludificado para el aprendizaje en la educación infantil por medio de la robótica educativa (PequeBot) de Da Silva y González (2017), que incorporan la robótica en el marco una metodología de gamificación.

En torno a la idea de diseñar un “rincón del robot”, en el marco de una estrategia de trabajo por rincones en Educación Infantil, puede ser una buena idea si se ubica en una propuesta metodológica global que sea coherente, y no se utilice únicamente como un sitio de visita anecdótica.

Por tanto, el planteamiento del enfoque metodológico en Educación Infantil resulta fundamental, teniendo en cuenta que lo interesante es valorar diversos enfoques metodológicos y proporcionar una experiencia de aprendizaje diversa al alumnado, articulándola en torno a los principios básicos de la Educación Infantil: la globalidad del conocimiento, el juego y la colaboración.

El papel de la Tecnología Educativa es fundamental en este aspecto, ya que, al igual que erróneamente a veces se asume que al incorporar una tecnología al aula esta va a producir automáticamente una mejora del aprendizaje, puede caerse en el error también de considerar que enseñar a los niños a programar y usar robots automáticamente implicará que desarrollan el pensamiento computacional. Evidentemente, programar y utilizar robótica ayuda, pero es necesario de nuevo, reivindicar la importancia del diseño de actividades educativas que fomenten el pensamiento computacional, sea con o sin programación y robótica, y el papel del docente para la integración curricular de estos recursos.

En general, aunque el pensamiento computacional es un campo de creciente interés, existen pocas investigaciones que analicen su inclusión y tratamiento en contextos educativos (Bocconi et al, 2016). Por lo tanto, resulta especialmente relevante promover estudios relacionados con la formación del profesorado (Adell 2017; González et al,

2018). Sobre todo en torno a cómo aplicar estrategias que posibiliten el pensamiento computacional de los alumnos (González et al, 2018).

Resulta interesante en este punto incorporar las ideas de Martínez (2016) en torno a los avances de las tecnologías y la relación con la Tecnología Educativa. Para este autor las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) surgen debido a la evolución de la tecnología, no de la Tecnología Educativa, pero tienen un impacto importante en torno a la educación, por la gran cantidad de medios y recursos que se han creado, y por la transformación social, económica, política y cultural que suponen. Resulta interesante este planteamiento de Martínez (2016), para ser abordado desde el uso de los lenguajes de programación y la robótica en contextos educativos, y en relación a la consideración del desarrollo tecnológico y no educativo, de cara a no perder de vista el campo de conocimiento de la Tecnología Educativa, que ya llevaba un largo tramo recorrido. Es decir, los nuevos recursos, como la robótica, nos generarán posibilidades cuando se integren de manera adecuada en los contextos educativos. No toda innovación tecnológica supone una innovación educativa (Prendes, 2018). Asumir que por la incorporación del recurso se realizará el aprendizaje supone volver a los viejos errores en torno a la Tecnología Educativa.

Referencias bibliográficas

- Adell, J. (2017). El pensamiento computacional en el currículum. *IV Jornada sobre Innovación Educativa utilizando TICs*. Recuperado de http://ujilliurex.uji.es/ujilliurex17/adell_ujilliurex17_Pensamiento%20computacional%20UJILLiurex.pdf
- Adell, J., Esteve, F., Llopis, M.A. y Valdeolivas, M.G. (2017). El Pensamiento computacional en la formación inicial del profesorado de Infantil y Primaria. *XXV Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa*. Recuperado de <https://cutt.ly/YotVwbQ>
- Basogain, X., Olabe, M.A. y Olabe, J.C. (2015). Pensamiento computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 46, 1-33. Recuperado de <http://revistas.um.es/red/article/viewFile/240011/182851>

- Bers, M.U. (2010). The TangibleK Robotics Program: Applied Computational Thinking for Young Children. *Early Childhood Research and Practice*. Recuperado de <http://ecrp.uiuc.edu/v12n2/bers.html>
- Bers, M.U. (2018). *Codings as a Playground: programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom*. New York: Routledge.
- Bers M.U., Flannery, L. Kazakoff, E. y Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Blikstein, P. (2013). Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In J. Walter-Herrmann y C. Büching (Eds.). *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. y Engelhardt, K. (2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education*. JCR Science for policy report. Recuperado de http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf
- Brown, J.W., Lewis, R.B. y Harcleroad, F.F. (1977). *Av Instruction: Technology, media and methods*. New York: McGrawHill.
- Cabero, J. (2001). *Tecnología educativa. Diseño y evaluación de medios aplicados a la enseñanza*. Barcelona: Paidós.
- Eck, J., Hirschmugl-Gaisch, S., Hofmann, A., Kandlhofer, M., Rubenzer, S., y Steinbauer, G. (2013). Innovative concepts in educational robotics: Robotics projects for kindergartens in Austria. *Austrian Robotics Workshop*. 14, 1-6. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/d5cb/c31c9cb45d6235c96cd1046a78883955f428.pdf>
- Ferreira, F., Dominguez, A. y Micheli, E. (2012). Twitter, robotics and kindergarten. In M. Moro and D. Alimisis (ed). *Proceedings of 3rd International Workshop: Teaching robotics, teaching with robotics. Integrating Robotics in School*

Curriculum. Recuperado de
http://www.terecop.eu/TRTWR2012/zz_trtwr2012_submission_15.pdf

Flannery, L. P., y Bers, M. U. (2013). Let's dance the robot hokey-pokey! children's programming approaches and achievement throughout early cognitive development. *Journal of research on technology in education*, 46(1), 81-101.

García, J.M. (2015). Robótica educativa. La programación como parte de un proceso educativo. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 46(8), 1-11. DOI: 10.6018/red/46/8

González, J., Estebanell, M., y Peracaula, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de pensamiento computacional y los futuros maestros. *EKS. Education in the Knowledge Society*, 19, 29-45.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14201/eks20181922945>

Grover, S. y Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A Review of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. INTEF (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España, enero 2018*. Disponible en <https://cutt.ly/fotBiGS>

Korkmaz, O., Cakir, R. y Özden, M.Y. (2017). A validity and reliability study of the Computational Thinking Scales (CTS). *Computers in human behavior*. doi: 10.1016/j.chb.2017.01.005

La Opinión de Murcia (2018). *Un robot en el aula de infantil como sinónimo de innovación y creatividad*. Recuperado de <https://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2018/02/18/robot-aula-infantil-sinonimo-innovacion/898993.html>

Lee, S., Hwee, J. y Koh, L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in Human Behaviour*, 41, pp.51-61.

- Martínez, M.C. y Gómez, M.J. (2018). Programar computadoras en Educación Infantil. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología educativa*, 65, 1-14. Recuperado de <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/1103/pdf>
- Martín, B. y Martín, A. (2016). Cómo introducir la programación y la robótica en Educación Infantil, una propuesta de intervención con niños de cuatro años. *Balara*. Recuperado de http://balara.es/documentos/programacion_y_robotica_en_educacion_infantil.pdf
- Martínez, F. (2016). Sentado en el andén. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa* (0), 17-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2016/258131>
- Mims, C. (2012). How young is too young to learn to code?. MIT Technology Review. Recuperado de <https://www.technologyreview.com/s/427064/how-young-is-too-young-to-learn-to-code/>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful ideas*. London: Harvester Press. Recuperado de <http://worrydream.com/refs/Papert%20-%20Mindstorms%201st%20ed.pdf>
- Prendes, M.P. (1998). *Proyecto Docente de Tecnología Educativa*. Inédito: Universidad de Murcia: Murcia.
- Prendes, M.P. (2016). La Tecnología Educativa en la Pedagogía del siglo XXI: una visión en 3D. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa* (4), 6-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2018/335131>
- Reina, M. (2018). *Pensamiento computacional, programación y robótica educativa. Fundamentación y desarrollo curricular*. Recuperado de <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSce8vnO4kCp50fLhc379ACz-IP8XmXs-TKpp9hk7t82A1vTbQ/viewform>
- Resnick, M. (2006). Computer as paintbrush: Technology, play, and the creative society. En D. Singer, R. Golikoff, y K. Hirsh (Eds.). *Play & learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth*. New York, NT: Oxford University Press.

- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Rosenbaum, E., Silver, J. Silverman, B. y Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- Romero, R. (2006). *Nuevas Tecnologías en Educación Infantil. El Rincón del ordenador*. Sevilla: Eduforma.
- Serrano, J.L., Sánchez, M.M. y Solano, I.M. (2020). La formación inicial del profesorado de Infantil y Primaria en pensamiento computacional y robótica educativa, en actas *Redes Innovaestic* 2020. https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/93321/1/serrano_sanchez_solano_innovaestic_2020_actas.pdf
- Stoeckelmayr, K., Tesar, M. y Hofmann, A. (2011). Kindergarten children programming robots: a first attempt. *Robotics in Education*, 185–192. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/ad7a/0219089052088d76089c5605fbd8fa8ee65e.pdf>
- Vygotski, L.S. (1984) Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 7:27-28, 105-116, DOI: 10.1080/02103702.1984.10822045
- Wyeth, P. (2008). How Young Children Learn to Program With Sensor, Action, and Logic Blocks. *Journal of the Learning Sciences*, 17(4), 517–550. doi:10.1080/10508400802395069
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. CACM Viewpoint. Recuperado de https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2012/08/Jeannette_Wing.pdf
- Wing, J.M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Yee, S. y Hwee, J. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61. Recuperado de <https://jyd.pitt.edu/ojs/jyd/article/viewFile/80/66>

Valverde, J., Fernández, M.R. y Garrido, M.C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(3), 1-18.

Zapata-Ros, M. (2016). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(4), 1-47. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/46/zapata.pdf>