

Pensamiento computacional en el profesorado de primaria: una revisión sistemática

Computational thinking in elementary school teachers: a systematic review

María Collado-Sánchez¹, Ana M. Pinto-Llorente¹,
Francisco J. García-Peñalvo¹

¹ Universidad de Salamanca, España

mariacollado@usal.es , ampintoll@usal.es , fgarcia@usal.es

RESUMEN. El Pensamiento Computacional ha sufrido un auge en la educación en los últimos años, formando parte de los planes educativos de muchos países. En recientes investigaciones, el profesorado de Educación Primaria asegura no haber recibido la formación necesaria sobre cómo desarrollar esta disciplina en el aula. En el presente artículo, se revisan y analizan un total de 14 estudios en base a la relación de las variables Pensamiento Computacional, Competencia Digital, Educación Primaria y Formación del Profesorado y sus derivadas terminológicas en publicaciones indexadas en WoS, Scopus y ERIC desde 2012 hasta 2022; buscando dar respuesta a las diferentes preguntas de investigación planteadas en relación con la formación en pensamiento computacional a los maestros y maestras de Educación Primaria. Las conclusiones indican la necesidad de implantar esta formación de manera obligatoria ante las numerosas innovaciones digitales que vivimos en la conocida Sociedad del Conocimiento.

ABSTRACT. Computational Thinking has been booming in education in recent years, becoming part of the educational plans of many countries. In recent research, primary school teachers claimed not to have received the necessary training on how to develop this discipline in their classrooms. In this article, a total of 14 studies are reviewed and analyzed based on the relationship of the variables Computational Thinking, Digital Competence, Primary Education, and teacher training and their terminological derivatives in publications indexed in WOS, Scopus, and ERIC from 2012 to 2022. To answer the different research questions posed, the conclusions indicate the necessity of implementing this training compulsorily because of the numerous digital innovations that we are living in the so-called Knowledge Society.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento computacional, Competencia digital, Educación primaria, Profesorado, Formación.

KEYWORDS: Computational thinking, Digital competence, Primary education, Teacher, Training.

1. Introducción

El concepto de Pensamiento Computacional (PC) está implantándose con mucha fuerza en el ámbito educativo hoy en día. Una primera definición del concepto de PC fue elaborada por Wing (2006), quien afirmó que el PC es un conjunto de acciones que implican resolver problemas y diseñar sistemas, a la vez que se comprende el comportamiento humano, utilizando algunos de los conceptos fundamentales de la computación e informática. A raíz de esta definición, fueron muchos los autores que quisieron añadir características a esta o incluso modificarla (Besogain, Olabe & Olabe, 2015; Valverde, Fernández & Garrido, 2015; Sáez & Cózar, 2017). No obstante, sus orígenes pueden situarse en los años 80 del pasado siglo, destacando los trabajos de Seymour Papert (1980, 1999), quien introdujo la programación y la robótica por primera vez en las escuelas de la época.

Muy relacionados con el PC, se tienen los conceptos de Programación y Robótica, los cuales son utilizados conjuntamente en numerosas propuestas educativas. De acuerdo con el INTEF (2018), el PC, la robótica y la programación se han convertido en una de las mayores tendencias en el mundo educativo en todo el planeta debido al nacimiento de nuevos lenguajes de programación y dispositivos robóticos accesibles y amigables para el público infantil y el profesorado no especialista en el ámbito de las nuevas tecnologías.

Son varios los beneficios que aporta el PC a la educación. Así, por medio de robots educativos y videojuegos, favorece un aprendizaje muy atractivo y efectivo para los alumnos y alumnas, los cuales se sienten motivados y despiertan su curiosidad durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Freina, Bottino & Ferlino, 2019). Además, se trata de una competencia que no está limitada a una única asignatura, sino que combina con cualquier área del currículo, ya sea científico-tecnológica como visual y lingüística (Maquilón & Zapata, 2020).

En los últimos años, se observa este interés por introducir la programación y robótica en los contextos educativos (Llorens-Largo et al., 2017; Pinto-Llorente et al., 2018; Pinto-Llorente, 2022), por lo que se destaca la importancia de implementar estas disciplinas y así conseguir el desarrollo del denominado PC (Monjolat, 2019). La principal causa de esta integración es que las habilidades basadas en la computación o programación están consideradas como habilidades esenciales en la vida diaria, por lo que se pretende que todo alumno y alumna esté dotado de ellas y, así, proporcionarles estrategias para la resolución de problemas (Williamson, 2018).

En consonancia, el Plan Nacional de Competencias Digitales (Gobierno de España, 2021) se configura como un elemento clave favorecedor para la adquisición de los objetivos de desarrollo sostenible, en concreto del ODS 4 “Educación de calidad”, gracias a la enseñanza de competencias digitales que permitan desarrollar capacidades, valores y actitudes como una herramienta para toda la vida. Así, la Competencia Digital es considerada una habilidad importante y esencial para la vida diaria en el siglo XXI (Juškevičiene & Dagiene, 2018).

Desde el año 2013, el Centro Científico de la Comisión Europea (JRC) promueve dicha competencia, elaborando un marco detallado para el Desarrollo de la Competencia Digital de todos los Ciudadanos. Este marco se denomina DigComp (Punie, Breko & Ferrari, 2013), un plan o manual de Competencia Digital que sirve de referencia e inspiración para muchas iniciativas digitales educativas a nivel europeo (Kluzer & Pujol, 2018), el cual se ha actualizado a lo largo de los años, existiendo diferentes versiones y actualizaciones de este (Figura 1): DigComp 2.0 (Vuorikari et al., 2016), DigComp 2.1 (Carretero, Vuorikari & Punie, 2017), y DigComp 2.2 (Vuorikari, Kluzer & Punie, 2022).



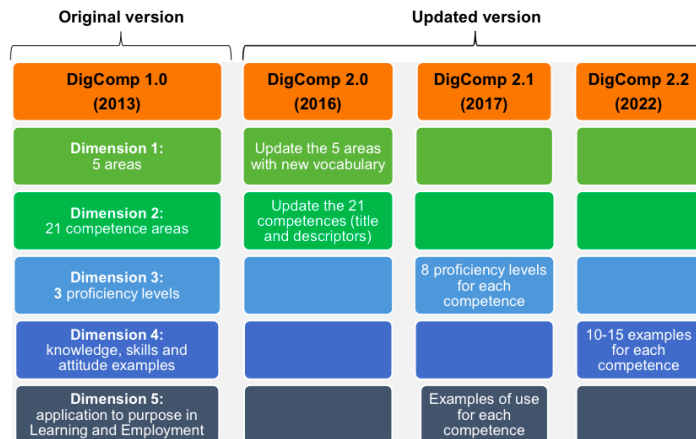


Figura 1. Actualización del marco de Competencia Digital (DigComp) en sus diferentes versiones. Fuente: (Collado-Sánchez, García-Peñalvo & Pinto-Llorente, 2023).

Respecto a la Dimensión 1, el DigComp 2.0 (Vuorikari et al., 2016) y sus posteriores versiones, establecen 5 grandes áreas de competencias principales que conforman o definen la CD, pudiendo incluir el PC en cuatro de estas (Demartini et al., 2020). De su mano, encontramos DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017), un marco que pretende servir de orientación para la Competencia Digital de los Educadores.

Hoy por hoy, en España, las directrices están fijadas en el Plan Nacional de Competencias Digitales (Gobierno de España, 2021), en la agenda España Digital 2025 (Gobierno de España, 2020) y en su actualización con la agenda España Digital 2026 (Gobierno de España, 2022).

Gracias a la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre de Educación (BOE, núm. 340, sec. I), el PC ha ganado gran peso de manera curricular en Educación Primaria. Así, a partir de esta Ley, se establece el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE, núm. 52), en el que se ha creado un nuevo bloque en el área Conocimiento del Medio, Social y Cultural llamado Tecnología y digitalización, el cual “se orienta a la aplicación de las estrategias propias del desarrollo de proyectos de diseño y del PC, para la creación de productos de forma cooperativa, que resuelvan y den solución a problemas o necesidades concretas” (p. 27). Además, va a preparar al alumnado para manejar de forma básica diferentes herramientas y recursos digitales que satisfagan sus necesidades de aprendizaje, así como buscar y comprender información, reelaborar y crear contenido, comunicarse de forma efectiva, y desenvolverse en un ambiente digital de forma responsable y segura.

A su vez, anteriormente la competencia básica relacionada con la CD era la “Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología”, la cual se ha actualizado y recibe el nombre “Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería”; consiguiendo así un aprendizaje de la educación STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) (García-Peñalvo et al., 2019; Ramírez-Montoya, 2017), la cual está directamente relacionada con el PC, siendo ambas metodologías competencias propias del siglo XXI (Buitrago, et al., 2022); lo que supone que este nuevo Real Decreto (BOE, núm. 52) permita una mayor implantación del PC y la Competencia Digital en las aulas de Educación Primaria.

A pesar de todo esto, numerosos estudios desarrollados en el contexto español demuestran que los contenidos y habilidades relacionados con el PC se desarrollan principalmente en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria debido a que, en etapas anteriores como Educación Infantil y Primaria, existe una falta de consenso respecto a cómo implantarlo y cómo trabajarlo (Sánchez-Vera, 2019), dando lugar a múltiples formas de intervención que repercuten directamente en el aprendizaje del alumnado.

La formación del profesorado en PC es una de las principales vías para disminuir dichas controversias o limitaciones (Demartini et al., 2020), por lo que, tal y como defienden Esteve-Mon et al. (2020), se debe formar a los maestros y futuros maestros en competencias para abstraer y automatizar soluciones, analizar lógicamente la información, formular problemas, etc., de manera que estos adquieran habilidades que les permitan elaborar actividades y recursos capaces de despertar vocaciones científico-tecnológicas a sus alumnos y alumnas.

Siguiendo el Plan Nacional de Competencias Digitales (Gobierno de España, 2021), nos encontramos con la importancia de la formación del profesorado en metodologías y competencias digitales avanzadas para la educación. Este Plan se apoya, a nivel europeo, en el Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027) (Comisión Europea, 2020), que impulsa, a su vez, la dotación de medios digitales para los centros educativos, profesorado y alumnado de estos, tal y como se promueve en los programas “Educa en Digital” o en el de “Escuelas Conectadas” (Gobierno de España, 2020, 2022).

En la misma línea, la agenda España Digital 2026 (Gobierno de España, 2022), en consonancia con España Digital 2025 (Gobierno de España, 2020), destaca el Plan Uni-Digital, el cual tiene como objetivo modificar los planes de estudio de futuros maestros e implementar más formación STEM, destacando su importancia y despertando el PC a través de formaciones a sus estudiantes. Además, cabe destacar que el 1 de julio de 2022 se publicó el Acuerdo de la Conferencia Sectorial de Educación sobre la certificación, acreditación y reconocimiento de la Competencia Digital Docente (BOE, núm. 116, sec. III), con la finalidad de promover la mejora del desarrollo profesional de los mismos.

Partiendo de estas novedades educativas, se realiza una revisión sistemática de la literatura (del inglés, Systematic Literature Review, SLR) relacionada con la formación en PC al profesorado de Educación Primaria, cuyo objetivo es analizar estudios de la última década (2012-2022) en cuanto a los principales conceptos del PC desarrollados y su relación con la CD, así como las principales repercusiones que estos cursos de formación suponen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2. Metodología

2.1. Tipo de estudio

En el presente trabajo, se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura (García-Peñalvo, 2022) planteada a raíz de la necesidad detectada de formación en PC del profesorado de Educación Primaria, con el fin de analizar diferentes artículos científicos y así responder a las preguntas de investigación que se desarrollan en el siguiente apartado.

Hoy en día, la programación, la robótica y el Pensamiento Computacional están dentro de los currículos educativos y su implantación está en auge en las aulas y centros educativos. El INTEF (2018) elaboró una encuesta anónima a 351 docentes de todas las etapas educativas para conocer su situación respecto a la implantación y enseñanza de estas habilidades en sus aulas y, en lo relativo a la formación recibida por los docentes principiantes. Los resultados obtenidos señalan que la inmensa mayoría de los encuestados se ha formado por su cuenta, existiendo únicamente una minoría muy reducida que se han formado a través de un máster, doctorado o ciclo formativo de formación profesional relacionado con este campo.

Del mismo modo, nos encontramos con una falta de consenso y formación por parte de los maestros y maestras de Educación Primaria sobre a la hora de saber cómo implantarlo y desarrollarlo en las aulas educativas. Así, esta SLR apoyará la necesidad de implantar cursos de formación de PC para el profesorado de la etapa de Educación Primaria.

El contexto en el que se enmarca esta revisión es el profesorado de Educación Primaria, tomando como referencia los años y cursos que de esta etapa educativa se determinan en el sistema educativo español, la cual



abarca las edades comprendidas entre los seis y los doce años, y los cursos de primero a sexto de Educación Primaria. La relación de esta etapa en los diferentes países es la siguiente (Tabla 1):

	España, Argentina, Portugal	Finlandia	EEUU	Suecia	China	Suiza
6-7 años	1º Primaria	Preescolar	1st grade – Elementary school	1º E. inicial	1º E. Elemental	1 Klasse Primarstufe
7-8 años	2º Primaria	1º Primaria	2nd grade – Elementary school	2º E. inicial	2º E. Elemental	2 Klasse Primarstufe
8-9 años	3º Primaria	2º Primaria	3rd grade – Elementary school	3º E. inicial	3º E. Elemental	3 Klasse Primarstufe
9-10 años	4º Primaria	3º Primaria	4th grade – Elementary school	4º E. media	4º E. Elemental	4 Klasse Primarstufe
10-11 años	5º Primaria	4º Primaria	5th grade – Elementary school	5º E. media	5º E. Elemental	5 Klasse Primarstufe
11-12 años	6º Primaria	5º Primaria	6th grade – Middle school	6º E. media	6º E. Elemental	6 Klasse Primarstufe

Tabla 1. La etapa de Educación Primaria en diferentes sistemas educativos en función de la edad de los alumnos y alumnas (6-12 años). Fuente: Elaboración propia.

2.2. Preguntas de investigación

A raíz de lo planteado anteriormente, surgen las siguientes preguntas de investigación:

PI1. ¿Cuáles son las características o competencias del PC en los que se está formando a los maestros y maestras de Educación Primaria?

PI2. ¿Qué características tienen en común la Competencia Digital y el PC o programación?

PI3. ¿Qué opinión y grado de satisfacción tienen los maestros y maestras sobre la formación del profesorado en PC?

PI4. ¿Cómo influyen los conocimientos adquiridos por los maestros y maestras en la formación para su posterior plan de trabajo en el aula?

PI5. ¿El plan de trabajo se refleja en una única materia o es interdisciplinar?

2.3. Selección de la muestra

Siguiendo a Pérez-Escoda (2017), las bases de datos principales que se van a utilizar para esta revisión son WOS (Web of Science) y Scopus, puesto que son las bases de datos más relevantes para una investigación y, sobre todo, para la difusión de la investigación. Por otro lado, se utiliza ERIC (Educational Resources Information Centre), debido al marco educativo de esta revisión.

Siguiendo las preguntas de investigación, se han elaborado los mismos descriptores y parámetros de búsqueda avanzada para cada base (Tabla 2), obteniendo las siguientes ecuaciones de búsqueda:

Scopus: TITLE-ABS-KEY (((("computational thinking" OR "digital competen*" OR programming OR robot* OR cod*) AND ("primary education" OR "elementary school") AND ("teacher training" OR "learning practice" OR "teaching practice" OR program OR course)))

WOS: TS=(((("computational thinking" OR "digital competen*" OR programming OR robot* OR cod*) AND ("primary education" OR "elementary school") AND ("teacher training" OR "learning practice" OR "teaching practice" OR program OR course)))

ERIC: (((("computational thinking" OR "digital competen*" OR programming OR robot* OR cod*) AND ("primary education" OR "elementary school") AND ("teacher training" OR "learning practice" OR

"teaching practice" OR program OR course)))

Familias de descriptores
Computational Thinking, Digital Competen*, Programming, Robot*, Cod*
Primary education, Elementary school
Teacher training, Learning practice, Teaching practice, Program, Course

Tabla 2. Descriptores aplicados a la búsqueda. Fuente: Elaboración propia.

2.4. Criterios de selección

Se establece un rango de 10 años como marco temporal, el cual va desde 2012 hasta 2022, puesto que se considera que el término PC lleva en auge en el sistema educativo estos últimos años. Se limitan los resultados a estudios escritos en español o inglés.

Una de las fases para la selección de los artículos consiste en la revisión exhaustiva de los resúmenes, aplicando los siguientes criterios de inclusión: estudios relacionados con formación del profesorado en PC e introducción a la programación (CI1), estudios aplicados a maestros y maestras de Educación Primaria (6-12 años) (CI2), estudios redactados o escritos en inglés o español (CI3), estudios donde los términos de búsqueda estén contenidos en el título o resumen (CI4), estudios con base empírica (CI5), estudios publicados tras ser sometidos a un proceso de revisión por pares (CI6) y estudios con acceso completo al artículo (CI7).

Por el contrario, se excluyen: estudios no relacionados con formación del profesorado en PC e introducción a la programación (CE1), estudios no aplicados a maestros y maestras de Educación Primaria (6-12 años) (CE2), estudios no redactados o escritos en inglés o español (CE3), estudios donde los términos de búsqueda no estén contenidos en el título o resumen (CE4), estudios sin base empírica (CE5), estudios publicados sin ser sometidos a un proceso de revisión por pares (CE6) y estudios sin acceso completo al artículo (CE7).

2.5. Criterios de calidad

Una vez realizada la anterior fase, se ha procedido a eliminar aquellos resultados que no cumplen los siguientes criterios de calidad (Tabla 3), con el objetivo de recoger aquellos estudios más acordes con la revisión, los cuales deberán superar una puntuación igual o mayor a 2,5 según resultados: sí (1 puntos), no (0 puntos) y parcialmente (0,5 puntos).

Pregunta	Puntuación
¿El estudio destaca las características o competencias del Pensamiento Computacional en las que se está formando a los maestros?	Sí/No/Parcialmente
¿El estudio relaciona el Pensamiento Computacional con la Competencia Digital?	Sí/No/Parcialmente
¿Los resultados del estudio reflejan la opinión o el grado de satisfacción de los maestros y maestras?	Sí/No/Parcialmente
¿Los resultados del estudio relatan el posterior trabajo en el aula?	Sí/No/Parcialmente
¿El estudio indica en qué materia o materias se está realizando esta formación?	Sí/No/Parcialmente

Tabla 3. Criterios de calidad en la fase de selección de resúmenes. Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

A continuación, se presenta el proceso de selección de los estudios y la posterior extracción de resultados para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas.

3.1. PRISMA

En la siguiente figura (Figura 2), siguiendo el diagrama de PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021a; Page et al., 2021b), se muestra el proceso que se



ha llevado a cabo con los totales obtenidos en cada fase, accesibles en: <https://bit.ly/3LyKR5v>.

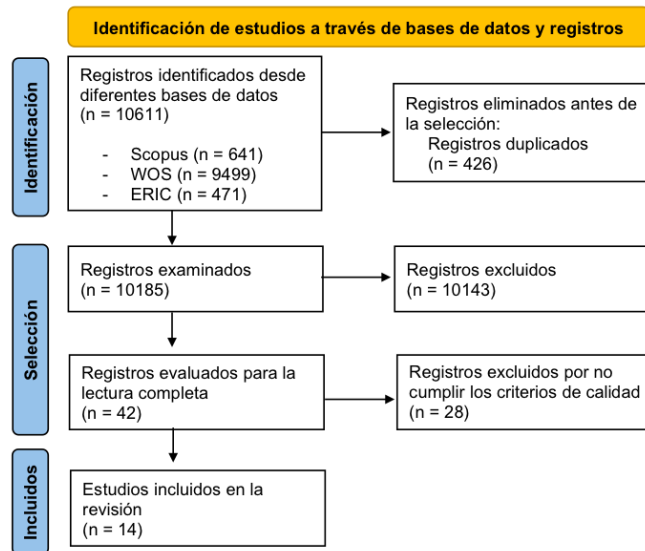


Figura 2. Diagrama de flujo de la revisión sistemática. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Presentación de los resultados

La muestra final de los estudios a incluir en la revisión sistemática es de 14 artículos, cuyas características principales se indican en la Tabla 4.

Referencia	País	Base de datos	Metodología	Tipo de formación	Curso de E.P.
Kong y Lai (2023)	China	ERIC	Cuantitativa	Presencial	4º y 5º
Boz y Allexsaht-Snider (2022)	EE. UU.	ERIC	Cualitativa	Presencial	3º - 5º
El-Hamamsy et al. (2021)	Suiza	ERIC	Mixta	Presencial	1º - 4º
García-Carrillo, Greca y Fernández-Hawrylak (2021)	España	ERIC	Cuantitativa	Presencial	Todos
Ketelhut et al. (2020)	EE. UU.	ERIC	Cualitativa	Presencial	3º - 5º
Kong, Lai y Sun (2020)	China	WOS	Cuantitativa	Presencial	4º - 6º
Casali et al. (2018)	Argentina	WOS	Cuantitativa	Presencial	Todos
Carter y Crockett (2018)	EE. UU.	WOS	Cualitativa	Presencial	Todos
Heintz y Mannila (2018)	Suecia	Scopus	Cualitativa	Presencial	Todos
Hestness et al. (2018)	EE. UU.	ERIC	Cualitativa	Presencial	3º - 5º
Marcelino et al. (2018)	Portugal	WOS	Mixta	Online	Todos
Yadav et al. (2018)	EE. UU.	ERIC	Cualitativa	Presencial	Todos
Partanen et al. (2017)	Finlandia	WOS	Cualitativa	Online	Todos
Kay y Moss (2012)	EE. UU.	WOS	Cuantitativa	Presencial	4º - 6º

Tabla 4. Relación de estudios que componen la revisión sistemática. Fuente: Elaboración propia.

4. Síntesis de las preguntas de investigación

El resultado final de la búsqueda sistemática internacional en las bases de WoS, Scopus y Eric concluye con una selección de 14 artículos. El 50% de los artículos revisados presentan investigaciones cualitativas, el

36% cuantitativa y el 14% de carácter mixto.

En relación con el año de las publicaciones, la revisión sistemática atiende al periodo 2012-2022, ambos incluidos, destacando el año 2018 como el periodo en el que más publicaciones relevantes se han llevado a cabo.

En cuanto al origen de los resultados, los estudios proceden de 8 países, destacando EE. UU. (n=6), país pionero en implantar la robótica, la programación y el PC en las escuelas (Sánchez-Vera, 2019).

Estos artículos han dado respuesta, en mayor o menor medida, a las preguntas de investigación planteadas como se refleja en la Tabla 5.

Referencia	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5
Kong y Lai (2023)	X		X		X
Boz y Alleksaht-Snider (2022)	X		X	X	X
El-Hamamsy et al. (2021)	X	X	X	X	X
García-Carrillo, Greca y Fernández-Hawrylak (2021)			X	X	X
Ketelhut et al. (2020)			X	X	X
Kong, Lai y Sun (2020)	X		X	X	X
Casali et al. (2018)	X	X	X	X	X
Carter y Crockett (2018)	X		X	X	X
Heintz y Mannila (2018)	X	X	X	X	X
Hestness et al. (2018)			X	X	X
Marcelino et al. (2018)	X		X		X
Yadav et al. (2018)	X		X		X
Partanen et al. (2017)	X	X	X	X	X
Kay y Moss (2012)	X		X	X	X

Tabla 5. Relación de artículos y preguntas de investigación. Fuente: Elaboración propia.

4.1. PI1. ¿Cuáles son las características o competencias del PC en los que se está formando a los maestros y maestras de Educación Primaria?

Los conceptos más relevantes de la ciencia computacional siguen el Modelo MIT-Harvard (Brennan & Resnick, 2012), el cual articula tres dimensiones clave del PC: conceptos, prácticas y perspectivas computacionales. Dentro de los conceptos, respondiendo a la primera pregunta de investigación, se desarrollan: secuencias, esas fases o pasos que tiene una tarea; bucles, los cuales permiten ejecutar una secuencia un número determinado de veces; eventos, los cuales permiten que se inicie la acción; paralelismos, ejecutar varias secuencias al mismo tiempo, con el mismo evento; condicionales, la capacidad de tomar decisiones en base a determinados estados o situaciones; operadores, los cuales permiten al programador incluir en sus programas expresiones lógicas, matemáticas y de cadena; y datos, la capacidad de almacenar, recuperar y actualizar los valores de un programa.

Así, un total de once estudios (Tabla 5) reflejan las habilidades/componentes, conceptos o competencias del PC que se consideran importantes y, por tanto, son trabajadas en las diferentes actividades y forman parte del eje principal de los cursos de formación del profesorado de Educación Primaria.

También se han encontrado en los diferentes estudios (n=7) diversas habilidades que componen el PC y que, por tanto, son un pilar fundamental para el aprendizaje del PC: pensamiento algorítmico, descomposición de problemas en subproblemas, reconocimiento de patrones, abstracción, depuración, representación, pensamiento lógico, etc. Se trata de un punto fuerte para esta investigación, ya que determina qué aspectos



relacionados con el PC son los más relevantes a tener en cuenta a la hora de elaborar un curso de formación para maestros y maestras de Educación Primaria.

4.2. PI2. ¿Qué características tienen en común la Competencia Digital y el PC o programación?

Se encuentran muy pocos estudios ($n=4$) que relacionan el aprendizaje del PC con la Competencia Digital (Tabla 5), coincidiendo con los estudios desarrollados en países como Suiza, Argentina, Suecia y Finlandia, de los cuales tres de ellos se encuentran en Europa. Así, siguiendo a Eurydice (2019), a nivel europeo, la CD se viene reconociendo y definiendo como una de las competencias clave para el aprendizaje permanente desde 2006, distinguiéndose sus áreas de contenido más adelante, con la publicación del DigComp (Punie, Brecko & Ferrari, 2013).

Entre los diferentes estudios europeos de esta SLR nos encontramos diferentes países: Suiza, España, Suecia, Portugal y Finlandia, los cuales deberían integrar la CD en sus currículos de la etapa de Educación Primaria, pues así lo marca el Marco de referencia de la Competencia Digital Docente (BOE, núm. 116, sec. III; Gobierno de España, 2021). Además, siguiendo a la Comisión Europea (Eurydice, 2019), Portugal ofrece la CD como materia obligada diferenciada, pero, sin embargo, Suecia, España, Suiza y Finlandia, la desarrollan como un contenido transversal a través de todas las materias del currículum, compartiendo todos los profesores la responsabilidad de desarrollarla. Dicho esto, se reafirma la importancia de la formación en CD para todos los maestros y maestras de Educación Primaria, sea cual sea su área de conocimiento.

En España, el Real Decreto 157/2022 (BOE, núm. 52) incluye por primera vez un contenido específico referido a la Competencia Digital dentro de un área de conocimiento: Bloque II “Tecnología y digitalización” en el área “Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, por lo que la CD estaría integrada dentro de una materia obligatoria, aunque otras materias deban desarrollarla de manera transversal.

Del mismo modo, el currículum educativo en Argentina incluyó por primera vez alusiones directas a las competencias digitales en la Ley de Educación Nacional (BORA, núm. 31.062), la cual propuso desarrollar las competencias necesarias para el manejo de los nuevos lenguajes producidos por las TIC y su incorporación en los diferentes contenidos curriculares para conseguir la inclusión de los alumnos y alumnas en la denominada Sociedad del Conocimiento. Más adelante, en 2018 se desarrollaron los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Digital, Programación y Robótica (MECCT, 2018), los cuales se enmarcan en el Plan Aprender Conectados (Decreto 386/2018). Dicho Plan busca garantizar la alfabetización digital, basándose en los contenidos, el equipamiento, la conectividad y la formación, llegando a todos los niveles educativos; de forma que todos los estudiantes puedan adquirir las habilidades necesarias para integrarse plenamente en la cultura digital (Mottes, 2019). Así, se ha incorporado la enseñanza de programación y robótica, creando unos laboratorios donde alumnos y maestros median con las tecnologías digitales. No obstante, el artículo publicado por Casali et al. (2018) todavía no incluye este Plan entre la formación docente realizada. Posteriormente, en el año 2022, se ha creado el Programa Conectar Igualdad (Decreto 11/2022) con el fin de dotar a los establecimientos educativos oficiales del equipamiento tecnológico que dicho Plan requiriera para su implementación.

Por otro lado, sorprende que ninguno de los artículos llevados a cabo en EE. UU. relacione el PC con la CD, siendo allí obligatoria la materia Computer Science desde Kindergarten (5 años). Los cinco artículos han sido elaborados en diferentes estados, entre los que encontramos Maryland, California, Michigan y Nueva Jersey. Así, por ejemplo, en la parte curricular correspondiente a esta materia en el estado de Michigan (Michigan Department of Education, 2019), se encuentran contenidos relacionados con la CD tanto en Elementary como Middle School: ciberseguridad, resolución de problemas, datos y análisis, organización y comunicación de redes, desarrollo de programas, cultura digital, interacciones sociales, etc. Por otro lado, en Nueva Jersey, desde los 5 a los 18 años (K-12) los alumnos y alumnas reciben la materia Computer Science & Design Thinking, en la que desarrollan conceptos disciplinares de informática relacionados con la CD como

análisis de los datos, impacto social y cultural de la informática, redes e internet, manejo de la información, etc. (New Jersey Department of Education, 2020). Además, dentro de cada una de estas materias también se encuentran conceptos destinados a desarrollar el PC tales como algoritmos y programación.

Así, destacando lo establecido en el DigComp 2.2 (Vuorikari, Kluzer & Punie, 2022) y en la LOMLOE (BOE, núm. 340, sec. I), el PC está directamente relacionado con la Competencia Digital, por lo que sería recomendable, o incluso obligatorio, que los siguientes cursos de formación en PC a maestros y maestras de Educación Primaria tomen como referencia proyectos, marcos o metodologías que faciliten el uso, la aplicación y el desarrollo de la CD, como puede ser el DigComp (Punie, Brecko & Ferrari, 2013) para los países europeos o el Plan Aprender Conectados (Decreto 386/2018) en el caso de Argentina.

4.3. PI3. ¿Qué opinión y grado de satisfacción tienen los maestros y maestras sobre la formación del profesorado en PC?

En todos los estudios, los resultados obtenidos reflejan la opinión y el grado de satisfacción de los maestros y maestras sobre la formación recibida en PC, siendo esta positiva y mostrando un grado de satisfacción elevado, teniendo en cuenta y valorando como puntos fuertes de la formación la adecuación del contenido (n=7), la posterior aplicación y repercusión en el aula (n=9), el apoyo recibido (n=1), y la motivación e interés por aprender (n=4), lo cual ha aumentado la confianza en sí mismo y el compromiso con el curso de formación (n=4); reflejando así alguno de los aspectos que hay que tener en cuenta a la hora de elaborar un curso de formación en PC (Figura 3).

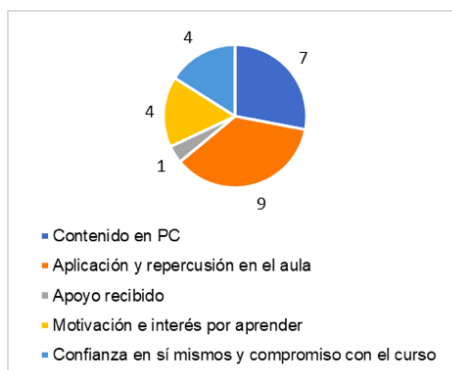


Figura 3. Aspectos valorados de forma positiva en los cursos de formación en PC. Fuente: Elaboración propia.

Yadav et al. (2017) sugieren que brindar apoyo a los maestros y maestras para integrar el PC en sus materias y planes de estudios es un aspecto fundamental en el desarrollo de la formación. Así, estos programas en los que se busca cambiar o actualizar la práctica docente, deben empezar por cambiar las creencias que estos tienen. Así, el estudio elaborado por Ketelhut et al. (2020) demuestra como el hecho de cambiar las creencias y el conocimiento de los maestros y maestras sobre el PC muestran resultados prometedores, sugiriendo que involucrarles en actividades sencillas de PC, como la programación basada en bloques, puede eliminar la aprensión inicial hacia la computación (Adler y Kim, 2018).

Por otro lado, los estudios también reflejan que estos programas de formación docente en PC les han ayudado a sentirse más seguros sobre su capacidad para integrarlo en su enseñanza. Así, aunque en un momento inicial viesan la formación en PC y la posterior introducción de este en sus aulas como un desafío, después de la realización del curso, ha aumentado su compromiso con el mismo y la confianza en sí mismos para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación como docente. Tanto es así, que la mayoría de los estudios reflejan la influencia del curso en el posterior plan de trabajo de los maestros y maestras en sus aulas educativas.

4.4. PI4. ¿Cómo influyen los conocimientos adquiridos por los maestros y maestras en la formación para su posterior plan de trabajo en el aula?

Los estudios encontrados en los que los maestros y maestras han implementado actividades de PC después de realizar la formación ($n=5$), reflejan resultados positivos en su práctica docente y motivación en los alumnos y alumnas; como por ejemplo el estudio de Ketelhut et al. (2020), que expone que uno de los maestros incorporó elementos de PC en su práctica y experimentó consecuencias positivas en sus estudiantes, o el de Kong, Lai y Sun (2020), en cuyo estudio uno de los maestros declara que los cursos supusieron un cambio fundamental en su enseñanza, desarrollando el PC y ayudando a sus estudiantes en la resolución de problemas y creatividad.

En los estudios restantes ($n=6$), aunque los maestros y maestras al finalizar el curso no han implementado actividades relacionadas con el PC, si planean integrarlas y llevarlas a cabo en sus contextos escolares, por lo que se considera que prestan especial importancia a la enseñanza de la programación.

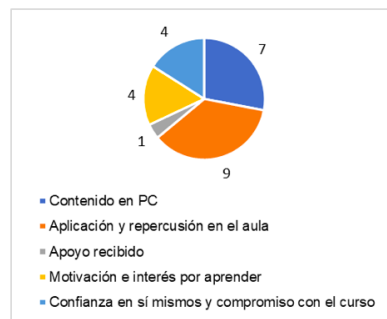


Figura 4. Clasificación de los estudios en función de su posterior aplicación e implementación del curso en el aula. Fuente: Elaboración propia.

4.5. PI5. ¿El plan de trabajo se refleja en una única materia o es interdisciplinar?

Siguiendo la última pregunta de investigación referida a las materias en las que se incluye el PC, se encuentran estudios divididos, ya sea porque desarrollan el PC en una única materia ($n=6$) o porque consideran que el PC es una habilidad interdisciplinar ($n=8$) (Figura 5). Por un lado, los estudios que incluyen el PC en una única materia se decantan por materias relacionadas con las ciencias, las matemáticas o la informática, puesto que se considera que son las áreas directamente vinculadas al desarrollo de este, tal y como plantea la educación STEM (Polanco, Ferrer & Fernández, 2021). Por otro lado, hay estudios que van más allá y plantean la introducción del PC de manera interdisciplinar, de forma que favorezca un aprendizaje enriquecedor hacia todas las materias y no únicamente las relacionadas con las Ciencias de la Computación (Kay & Moss, 2012).



Figura 5. Diferenciación de los estudios según la materia. Fuente: Elaboración propia.

En relación con la introducción del PC en las diferentes áreas, y siguiendo lo establecido en la LOMLOE (BOE, núm. 340, sec. I), primera ley en España en la que el PC tiene protagonismo en Educación Infantil y Primaria, se establecen dos grandes áreas en las que el alumnado deberá adquirir competencias específicas y

saberes básicos relacionados con el PC como son el área del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, y el área de Matemáticas. No obstante, se plantea la adquisición de estas habilidades a través de proyectos interdisciplinarios, donde los alumnos y alumnas aprenderán a resolver problemas de la vida cotidiana, organizando datos, descomponiendo en partes, reconociendo patrones, generalizando e interpretando, modificando y creando algoritmos de forma guiada (Moreno, 2021).

5. Discusión

Se parte de un problema de investigación en el que se observa la falta de formación en PC en los maestros y maestras de la etapa educativa de Educación Primaria, por lo que se elabora una Revisión Sistemática de la Literatura con el fin de responder justificadamente a unas preguntas de investigación.

La población y muestra de los diferentes estudios han sido maestros y maestras de Educación Primaria. Partiendo de los estudios de esta SLR (Tabla 4), se observa que los maestros a los que se dirige la formación en PC dan clases a estudiantes con edades comprendidas entre los 8 y los 12 años (3º a 6º de E.P). Así, se considera que estos alumnos y alumnas poseen un desarrollo cognitivo y una competencia digital más avanzada que los de edades inferiores y, por tanto, repercute y favorece en una mayor autonomía para utilizar y comprender los conceptos computacionales (Román, 2016).

Tal y como se ha dado respuesta a la P11., los conceptos computacionales que se desarrollan en los cursos de formación siguen el Modelo MIT-Harvard (Brennan y Resnick, 2012), encontrando principalmente conceptos como secuencias, bucles, eventos, paralelismos, condicionales, operadores y datos; los cuales permiten adquirir habilidades como el pensamiento algorítmico, descomposición de problemas, abstracción, depuración, etc.

Siguiendo a Demartini et al. (2020), el PC es una habilidad que requiere cierta competencia digital, pues el marco de CD establecido en DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022) incluye 5 áreas con sus respectivas competencias, de las cuales el PC puede incluirse en: gestión de datos y contenidos digitales, interactuar y compartir, programación, resolución de problemas, etc. Por ello, es singular que tan solo 4 estudios den respuesta a la P12. y relacionen la CD y el PC, siendo actualmente la CD una materia obligatoria en los currículums educativos de los países que se incluyen en esta revisión (Comisión Europea, 2020; New Jersey Department of Education, 2020; BORA, núm. 31.062).

Como se puede observar en la respuesta a la P13., los maestros y maestras que han recibido formación en PC reflejan una opinión positiva y grado de satisfacción elevado con los resultados que han obtenido con el mismo, lo que les ha permitido incorporar conceptos y prácticas computacionales en sus aulas (Ketelhut et al., 2020), terminando este proceso de enseñanza-aprendizaje junto a sus alumnos y alumnas, experimentando, entre otras, consecuencias positivas en sus estudiantes, como la resolución de problemas, pensamiento lógico y creatividad (Kong, Lai & Sun, 2020), tal y como se refleja en la respuesta a la P14.

En la misma línea, dando respuesta a la P15., las materias en las que se desarrolla el PC en los cursos de formación son, por un lado, materias relacionadas con la educación STEM (ciencias, matemáticas e informática) y, por otro lado, el PC desarrollado de manera interdisciplinar hacia todas las materias del currículum.

6. Conclusiones

La formación en PC a maestros y maestras de Educación Primaria sufrió un auge en 2018 en diversos países del mundo, destacando EEUU, país donde se originó el término PC de la mano de Jeannette Wing (2006) y el pionero en implantar asignaturas de robótica, programación y PC en sus escuelas (Sánchez-Vera, 2019). En esta revisión, se observa un crecimiento de los estudios que realizan formación en PC al profesorado de Educación Primaria en países europeos a partir del año 2017, coincidiendo con la elaboración del DigCompEdu (Punie & Redecker, 2017), un marco europeo para la CD de los educadores, el cual sirve de



manual para que maestros y maestras se doten de las herramientas necesarias que les permitan enseñar a sus alumnos y alumnas a hacer un uso responsable de las tecnologías digitales.

En 2022, se ha implantado en España una nueva Ley de Educación, la LOMLOE (BOE, núm. 340, sec. I), en la que aparece por primera vez el término PC en los currículos educativos, tal y como determina el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, (BOE, núm. 52), el cual establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria en España. Esto ha producido dudas e incertidumbre a muchos maestros y maestras sobre cómo desarrollar actividades en las que sus alumnos y alumnas aprendan diferentes estrategias y recursos que les permitan hacer un uso correcto de las tecnologías y les ayuden a crear contenidos digitales y a resolver problemas. Así, tras la realización de esta SLR, se llega a la conclusión de la necesidad de formación en PC a maestros y maestras de Educación Primaria.

Al comienzo de esta SLR se han planteado cinco preguntas de investigación referidas a la formación en PC a las que un total de 14 artículos han dado respuesta, centrándose en las competencias del PC, su relación con la Competencia Digital, el grado de satisfacción de los maestros y maestras que han recibido formación en este ámbito, el posterior trabajo de estos en el aula, y las áreas o materias a las que ha ido dirigida la formación.

Una vez analizadas todas las preguntas de investigación y volviendo al problema inicial, se considera que la formación de los maestros y maestras de Educación Primaria en PC es fundamental, puesto que estamos en la Sociedad del Conocimiento y la educación debe ir de su mano formando a los docentes, y a los alumnos y alumnas competentes en CD, tal y como se determina en el Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027) (Comisión Europea, 2020), en el Plan Nacional de Competencias Digitales (Gobierno de España, 2021) y en la agenda España Digital 2026 (Gobierno de España, 2022) en consonancia con la agenda España Digital 2025 (Gobierno de España, 2020).

Agradecimientos

Este trabajo de investigación se ha realizado dentro del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Collado-Sánchez, M.; Pinto-Llorente, A. M.; García-Peñalvo, F. J. (2023). Pensamiento computacional en el profesorado de primaria: una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 12(2), 147-162. <https://doi.org/10.54988/cv.2023.2.1418>

Referencias

- Adler, R. F.; Kim, H. (2018). Enhancing future K-8 teachers' computational thinking skills through modeling and simulations. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1501-1514.
- Besogain, X.; Olabe M. A.; Olabe, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, (46). (<https://revistas.um.es/red/article/view/240011/182851>).
- Boz, T.; Alleksaht-Snider, M. (2022). How do elementary school teachers learn coding and robotics? A case study of mediations and conflicts. *Education and Information Technologies*, 27, 3935-3963. doi:10.1007/s10639-021-10736-4.
- Brennan, K.; Resnick, M. (2012). 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. (<http://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>).
- Buitrago, L. M.; Laverde, G. M.; Amaya, L. Y.; Hernández, S. I. (2022). Pensamiento Computacional y educación STEM: reflexiones para una educación inclusiva desde las prácticas pedagógicas. *Panorama*, 16(30).
- Carretero, S.; Vuorikari, R.; Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Publications Office of the European Union. doi:10.2760/38842.
- Carter, L.; Crockett, C. (2018). Preparing K-12 Teachers to Inspire Future Coders: It Doesn't Have to be Complex. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-7). San Jose, CA, USA. doi:10.1109/FIE.2018.8658762.

- Casali, A.; Zanarini, D.; Monjelat, N.; San Martín, P. (2018). Teaching and learning computer science for primary school teachers: an Argentine experience. In 2018 XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO) (pp. 349-355).
- Collado-Sánchez, M.; García-Peñalvo, F. J.; Pinto-Llorente, A. M. (2023). Analysis, Progress and Comparative of the European Digital Competence Framework DIGCOMP. In F. J. García-Peñalvo & A. García-Holgado (Eds.), *Proceedings TEEM 2022: Tenth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (Salamanca, Spain, October 19–21, 2022) (pp. 991-997). Springer. doi:10.1007/978-981-99-0942-1_104.
- Comisión Europea. (2020). Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027). (<http://bit.ly/3JJKB2N>).
- Decreto 11/2022, de 11 de enero. Programa Conectar Igualdad. Boletín Oficial de República Argentina, de 12 de enero de 2022. (<https://bit.ly/42BrqAV>).
- Decreto 386/2018, de 27 de abril. Plan Aprender Conectados. Boletín Oficial de República Argentina, de 2 de mayo de 2018. (<http://bit.ly/40gSBIU>).
- Demartini, C. G.; Benussi, L.; Gatteschi, V.; Renga, F. (2020). Education and digital transformation: The "riconessioni" project. *IEEE Access*, 8, 186233-186256. doi:10.1109/ACCESS.2020.3018189.
- El-Hamamsy, L.; Chessel-Lazzarotto, F.; Bruno, B.; Roy, D.; Cahlikova, T.; Chevalier, M.; Parriaux, G.; Pellet, J. P.; Lanarès, J.; Zufferey, J. D.; Mondada, F. (2021). A computer science and robotics integration model for primary school: evaluation of a large-scale in-service K-4 teacher-training program. *Education and Information Technologies*, 26, 2445-2475. doi:10.1007/s10639-020-10355-5.
- Esteve-Mon, F. M.; Llopis, M. A.; Adell-Segura, J. (2020). Digital competence and computational thinking of student teachers. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(2), 29-41. doi:10.3991/ijet.v15i02.11588.
- Eurydice. (2019). La educación digital en los centros educativos en Europa. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. doi:10.2797/33210.
- Freina, L.; Bottino, R.; Ferlino, L. (2019). Fostering Computational Thinking skills in the Last Years of Primary School. *International Journal of Serious Games*, 6(3), 101-115.
- García-Carrillo, C.; Greca, I. M.; Fernández-Hawrylak, M. (2021). Teacher Perspectives on Teaching the STEM Approach to Educational Coding and Robotics in Primary Education. *Education Sciences*, 11(2), 64. doi:10.3390/educsci11020064.
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Developing robust state-of-the-art reports: Systematic Literature Reviews. *Education in the Knowledge Society*, 23, Article e28600. doi:10.14201/eks.28600.
- García-Peñalvo, F. J.; Bello, A.; Dominguez, A.; Romero Chacón, R. M. (2019). Gender Balance Actions, Policies and Strategies for STEM: Results from a World Café Conversation. *Education in the Knowledge Society*, 20, Article 31. doi:10.14201/eks2019_20_a31.
- Gobierno de España (2022). España Digital 2026. (<https://bit.ly/3TMYRMB>).
- Gobierno de España. (2020). España Digital 2025. (<https://bit.ly/42zt2ei>).
- Gobierno de España. (2021). Plan Nacional de competencias digitales. (<https://bit.ly/40gRxeU>).
- Heintz, F.; Mannila, L. (2018). Computational thinking for all: an experience report on scaling up teaching computational thinking to all students in a major city in Sweden. *ACM Inroads* 9(2), 65-71. (<https://doi.org/10.1145/3210553>).
- Hestness, E.; Jass Ketelhut, D.; McGinnis, J. R.; Plane, J. (2018). Professional Knowledge Building within an Elementary Teacher Professional Development Experience on Computational Thinking in Science Education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 26(3), 411-435. (<https://www.learnthelibrary.org/primary/p/181431/>).
- INTEF. (2018). Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula. Situación en España y propuesta normativa – Octubre 2018. (<https://bit.ly/3LT7XWd>).
- Juškevičienė, A.; Dagienė, V. (2018). Computational thinking relationship with digital competence. *Informatics in Education*, 17(2), 265-284. doi:10.15388/infedu.2018.14.
- Kay, J. S.; Moss, J. G. (2012). Using robots to teach programming to K-12 teachers. In 2012 *Frontiers in Education Conference Proceedings* (pp. 1-6). Seattle, WA, USA. doi:10.1109/FIE.2012.6462375.
- Ketelhut, D. J.; Mills, K.; Hestness, E.; Cabrera, L.; Plane, J.; McGinnis, J. R. (2020). Teacher Change Following a Professional Development Experience in Integrating Computational Thinking into Elementary Science. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 174-188. doi:10.1007/s10956-019-09798-4.
- Kluzer, S.; Pujol, L. (2018). DigComp into Action - Get inspired, make it happen. In S. Carretero, Y. Punie, R. Vuorikari, M. Cabrera & O'Keefe, W. (Eds.), *JRC Science for Policy Report*. Publications Office of the European Union. doi:10.2760/112945.
- Kong, S. C.; Lai, M. (2023). Effects of a teacher development program on teachers' knowledge and collaborative engagement, and students' achievement in computational thinking concepts. *British Journal of Educational Technology*, 54(2), 489-512. doi:10.1111/bjet.13256.
- Kong, S. C.; Lai, M.; Sun, D. (2020). Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. *Computers & Education*, 151. doi:10.1016/j.compedu.2020.103872.
- Ley de Educación Nacional 26.206, de 14 de diciembre de 2006. Congreso de la Nación Argentina. Boletín Oficial de la República Argentina, 31.062, del 28 de diciembre de 2006. (<https://bit.ly/3z4JfuF>).
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 340, sec. I, de 30 de diciembre de 2020, 122868 a 122953. (<https://bit.ly/3MalTuj>).
- 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.
- Maquilón, J. J.; Zapata, S. (2020). El aprendizaje de la programación informática en el aula como nueva competencia educativa. In IV Congreso Internacional de Investigación e innovación en educación infantil y primaria (pp. 456-459). Murcia: Digitum.
- Marcelino, M. J.; Pessoa, T.; Vieira, C.; Salvador, T.; Mendes, A. T. (2018). Learning Computational Thinking and scratch at distance. *Computers in Human Behavior* 80(1), 470-477. doi:10.1016/j.chb.2017.09.025.

- MECCT. (2018). Núcleos de aprendizajes prioritarios. Educación digital, programación y robótica. MECCT.
- Michigan Department of Education (2019). Michigan K-12 Computer Science Standards. (<https://bit.ly/3JEOKEY>).
- Monjelat, N. (2019). Programación de tecnologías para la inclusión social con Scratch: Prácticas sobre el pensamiento computacional en la formación docente. *Revista Electrónica Educare*, 23(3), 182-206.
- Moreno, J. (2021). Pensamiento computacional en todas las etapas no universitarias: análisis de la LOMLOE. Programamos. (<http://bit.ly/3no115>).
- Mottesí, C. (2019). Qué es | ¿De qué se trata el Plan Aprender Conectados? Otrawebdetecno. (<http://bit.ly/3IHAP9g>).
- New Jersey Department of Education (2020). 2020 New Jersey Student Learning Standards – Computer Science and Design Thinking. (<https://bit.ly/40EdZOE>).
- Page, M. J.; McKenzie, J. E.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T. C.; Mulrow, C. D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J. M.; Akl, E. A.; Brennan, S. E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J. M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M. M.; Li, T.; Loder, E. W.; Mayo-Wilson, E.; McDonald, S.; McGuinness, L. A.; Stewart, L. A.; Thomas, J.; Tricco, A. C.; Welch, V. A.; Whiting, P.; Moher, D. (2021a). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, Article n71. doi:10.1136/bmj.n71.
- Page, M. J.; Moher, D.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T. C.; Mulrow, C. D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J. M.; Akl, E. A.; Brennan, S. E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J. M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M. M.; Li, T.; Loder, E. W.; Mayo-Wilson, E.; McDonald, S.; McGuinness, L. A.; Stewart, L. A.; Thomas, J.; Tricco, A. C.; Welch, V. A.; Whiting, P.; McKenzie, J. E. (2021b). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, Article n160. doi:10.1136/bmj.n160.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Papert, S. (1999). *Logo Philosophy and Implementation*. Logo Computer Systems Inc.
- Partanen, T.; Niemelä, P.; Mannila, L.; Poranen, T. (2017). Educating Computer Science Educators Online - A Racket MOOC for Elementary Math Teachers of Finland. International Conference on Computer Supported Education.
- Pérez-Escoda, A. (2017). WOS y Scopus: los grandes aliados de todo investigador. *Escuela de Autores*. doi:10.3916/escuela-de-autores-031.
- Pinto-Llorente, A. M. (2022). Developing Computational Thinking Using Lego Education WeDo at 4th Grade of Primary Education: A Case Study. In M. Khosrow-Pour (Ed.), *Research Anthology on Computational Thinking, Programming, and Robotics in the Classroom* (pp. 159-174). IGI Global.
- 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, 2455-2468. doi:10.1007/s11135-017-0509-4.
- Polanco, N.; Ferrer, S.; Fernández, M. (2021). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 55-76. doi:10.5944/ried.24.1.27419.
- Punie, Y.; Brecko, B.; Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. Publications Office of the European Union. doi:10.2788/52966.
- Ramírez-Montoya, M. S. (Ed.). (2017). *Handbook of Research on Driving STEM Learning With Educational Technologies*. IGI Global.
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, de 2 de marzo de 2022, 1 a 109. (<https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>).
- Redecker, C.; Punie, Y. (2017). *Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores: DigCompEdu*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Resolución de 1 de julio de 2022, de la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial, por la que se publica el Acuerdo de la Conferencia Sectorial de Educación sobre la certificación, acreditación y reconocimiento de la competencia digital docente. *Boletín Oficial del Estado*, 116, sec. III, de 12 de julio de 2022, 97982 a 97986. (<https://www.boe.es/boe/dias/2022/07/12/pdfs/BOE-A-2022-11574.pdf>).
- Resolución de 4 de mayo de 2022, de la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial, por la que se publica el Acuerdo de la Conferencia Sectorial de Educación, sobre la actualización del marco de referencia de la competencia digital docente. *Boletín Oficial del Estado*, 116, sec. III, de 10 de mayo de 2022, 67979 a 68026. (<https://www.boe.es/eli/es/res/2022/05/04/5>).
- Román, M. (2016). Código alfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas [Tesis Doctoral, Escuela Internacional de Doctorado EIDUNED]. Spacio Uned. (<http://espacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Mroman>).
- Sáez, J. M.; Cózar, R. (2017). Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria. *Educación*, 53(1), 129-146.
- Sánchez-Vera, M. M. (2019). El pensamiento computacional en contextos educativos: una aproximación desde la Tecnología Educativa. *Research in Education & Learning Innovation Archives (REALIA)*, (23), 24-39.
- Valverde, J.; Fernández, M. R.; Garrido, M. C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, (46). (<https://revistas.um.es/red/article/view/240311>).
- Vuorikari, R.; Kluzer, S.; Punie, Y. (2022). DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes. Publications Office of the European Union. doi:10.2760/115376.
- Vuorikari, R.; Punie, Y.; Carretero, S.; Van Den Brande, G. (2016). DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: the Conceptual Reference Model. Publications Office of the European Union. doi:10.2791/607218.
- Williamson, B. (2018). Big data en educación: El futuro digital del aprendizaje, la política y la práctica. Ediciones Morata.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. doi:10.1145/1118178.1118215.
- Yadav, A.; Good, J.; Voogt, J.; Fisser, P. (2017). Computational thinking as an emerging competence domain. In M. Mulder (Ed.), *Competence-based vocational and professional education* (pp. 1051-1067). Springer.

Yadav, A.; Krist, C.; Good, J.; Caeli, E. N. (2018). Computational thinking in elementary classrooms: measuring teacher understanding of computational ideas for teaching science. *Computer Science Education*, 28(4), 371-400. doi:10.1080/08993408.2018.1560550.

