



REVISTA PRISMA SOCIAL N° 38

PENSAMIENTO CRÍTICO, CREATIVIDAD Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA SOCIEDAD DIGITAL

3ER TRIMESTRE, JULIO 2022 | SECCIÓN TEMÁTICA | PP. 137-157

RECIBIDO: 30/4/2022 – ACEPTADO: 12/7/2022

ALFABETIZACIÓN Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN DOCENTES: UN ESTUDIO DESCRIPTIVO

LITERACY AND COMPUTATIONAL
THINKING IN TEACHERS:
A DESCRIPTIVE STUDY

JOSÉ ALBERTO SOTELO MARTÍN / JOSE.SOTELO@UNIR.NET

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LA RIOJA, ESPAÑA



prisma
social
revista
de ciencias
sociales

RESUMEN

La preocupación por la alfabetización digital es una realidad tangible en las aulas. Este estudio tuvo por objetivo principal determinar el nivel didáctico del profesorado español en programación básica y computación, así como la relevancia que se otorga a esta área en el currículo en Educación Infantil, Primaria y Secundaria Obligatoria. A través de una metodología descriptiva, sobre una población de 103 profesores/as, se expresan los resultados de la aplicación de una serie de preguntas de respuesta muy breve, acordes a la temática computacional, en una distribución por etapas educativas, rangos de edad, sexo y formación. Se concluye, principalmente, una gran aceptación de la propuesta como elemento curricular importante del pensamiento computacional en Educación Básica, el inicio de la alfabetización digital desde la etapa de educación infantil en adelante, la escasa formación del profesorado en computación y didáctica digital en la muestra seleccionada y la afirmación positiva de adquirir formación e implicarse en el liderazgo de proyectos en esta área de conocimiento.

PALABRAS CLAVE

Pensamiento computacional; alfabetización digital; computación; didáctica digital; programación.

ABSTRACT

The concern for digital literacy is a tangible reality in the classroom. The main objective of this study was to determine the educational level of Spanish teachers in basic programming and computing, as well as the relevance given to this area in the curriculum in Early Childhood, Primary and Compulsory Secondary Education. Through a descriptive methodology, on a population of 103 teachers, the results of the application of a series of very short answer questions are expressed, according to the computational theme, in a distribution by educational stages, age ranges, sex and training. It is concluded, mainly, a great acceptance of the proposal as an important curricular element of computational thinking in Basic Education, the beginning of digital literacy from the stage of early childhood education onwards, the scarce training of teachers in computing and digital didactics in the sample. selected and the positive affirmation of acquiring training and getting involved in the leadership of projects in this area of knowledge.

KEYWORDS

Computational thinking; digital literacy; computing; digital didactics; programming.

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este estudio es dar respuesta a la pregunta que enmarca el problema:

¿Está el profesorado de Educación Básica suficientemente formado y comprometido didácticamente con el pensamiento computacional? Esta pregunta sugiere un objetivo a cumplir: determinar el nivel formativo y de compromiso del profesorado en pensamiento computacional en centros escolares de la zona sur de la Comunidad de Madrid. El estudio se justifica por la necesidad de determinar el punto de partida en la alfabetización en pensamiento computacional en la muestra seleccionada.

A estas líneas le siguen los Antecedentes que, de forma explicativa, aportan una revisión bibliográfica y el desarrollo conceptual, dejando el problema al descubierto. A continuación, comienza el apartado Diseño y Método, que también incorpora las variables del análisis. Esta parte da paso al Trabajo de Campo y Análisis de Datos. El siguiente punto son los Resultados del estudio, continuando con la Discusión y Conclusiones. Cerrando el estudio, se aportan las conclusiones respecto del objetivo y las referencias.

1.1. ANTECEDENTES

La importancia de un avance en didáctica computacional se comprende ante la falta de alfabetización en nuevas tecnologías. El objetivo de todo sistema educativo es construir una ciudadanía responsable, culta y moralmente correcta. Esto no sería suficiente cuando se atiende a los avances tecnológicos, especialmente a nivel informático. Este es el caso de la programación, el pensamiento computacional¹ y la robótica². La investigación, como reflejo de la preocupación e interés desde el ámbito tecnológico y social, busca comprender la situación real en la transmisión final de la conceptualización y el pensamiento computacional (PC). Estos hechos se reflejan, de manera genérica, en la literatura actual a consultar, mostrándose en forma de categorías abstractas que ejemplifican la necesidad y el compromiso, así como la formación previa del profesorado.

Desde una perspectiva de inclusión entre lenguajes, Wing (2020) defiende la proyección del PC a dominios donde no se encuentre previamente; supone un reto expansivo muy beneficioso a nivel general. Aporta una definición muy clara, aunque muy generalista, y se entiende que el pensamiento computacional aglutina un conjunto de técnicas y destrezas que buscan la resolución de problemas durante los avances informáticos. Esto conduce al foco más profundo del lenguaje de programación, no como sinónimo del PC, sino como una de las áreas más complejas de este, equiparándose con el pensamiento humano.

La preocupación llega más allá de la simple especificidad del área de conocimiento. Así, las organizaciones que se orientan al fenómeno educacional en sus pruebas de evaluación incluyen ítems relacionados directamente con el PC; sin ir más lejos, el conjunto de pruebas diseñadas

¹ El pensamiento computacional supone la resolución de problemas, el diseño de sistemas y la comprensión de la conducta humana utilizando la conceptualización informática.

² Ciencia que utiliza varias áreas de conocimiento tecnológico, buscando el diseño de artefactos que desarrollen tareas automatizadas simulando la conducta de seres vivos, especialmente del ser humano, apoyándose en la potencia de su software.

para PISA³ en 2022 ya considera en sus protocolos de evaluación elementos relativos a él. Este puede ser el comienzo de la inclusión de este conjunto de habilidades en los currículos educativos (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022).

El PC puede utilizarse para dirigir estrategias de análisis de problemas, atomizando y seleccionando las variables más importantes, con el objetivo de resolverlos con eficiencia; se trabaja la lógica, la abstracción y el orden para reconocer las repeticiones hasta hallar patrones y secuencias controlables, impulsa el fenómeno creativo y prepara para el ámbito laboral. No es de extrañar que se esté barajando su inclusión en todo el itinerario escolar básico (Pimenta-Arruda & Mill, 2021).

Desde los años 60, un conjunto de expertos/as equipara la programación computacional con el fenómeno de la alfabetización y la competencia digital. Dejan constancia en la literatura la necesidad de incluirla en las enseñanzas básicas y consolidan la expresión alfabetización computacional en el siglo actual (Vee, 2013), si bien es cierto que, ya comenzada la tercera década del siglo XXI, la inconsistencia es grande aún. Mertala (2021) en su estudio concluye que el desarrollo de la alfabetización es similar al de la cultura en general, y al de la lecto-escritura en particular, y asevera que su despliegue en las escuelas es muy dispar y controvertido, observándose algunas de ellas muy avanzadas y otras aún sin posibilidad de ser incluidas en sus programas de estudio.

En este sentido, El-Hamamsy *et al.* (2021), a través de un estudio exploratorio en una poblada zona de Suiza, obtuvieron una muestra de 350 docentes que se inscribieron en un programa de formación sobre ciencias computacionales adaptado a las posteriores enseñanzas en sus respectivos centros escolares y compuesto por conceptos de computación, robótica, informática, etc. El resultado fue una mejora significativa en el aprendizaje conseguido, lo que supuso una gran posibilidad de generalización a otros entornos. En consonancia, en un estudio longitudinal en tres distritos anónimos de EE. UU. con profesorado sin suficiente experiencia en informática, adquirieron información sobre pensamiento computacional, consiguieron mejorar sus explicaciones, la orientación y el apoyo dado a sus estudiantes en la resolución de problemas en general, cuyos resultados concuerdan con estas mejoras en habilidades de solución de problemas (Tucker-Raymond *et al.*, 2021).

En apariencia, existen reticencias por una parte del corpus del profesorado a incorporar en sus haberes curriculares personales el ámbito informático, en parte debido a que no existe homogeneidad en el uso correcto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) por parte del alumnado (Sandoval-Bravo, 2021), y otro sector de profesionales de la educación lo incluyen solo lo imprescindible para funcionar con software y hardware básico. Sin embargo, la investigación de Relkin *et al.* (2021) afirma lo contrario. En un estudio longitudinal en el que se incluyeron asignaturas de programación con código fuente como variable independiente, equiparable al aprendizaje de otra lengua, en una muestra de 667 estudiantes como grupo experimental y de 181 como grupo control, se hallaron diferencias estadísticamente significativas

³ PISA, por sus siglas en inglés *Programme for International Student Assessment*. Estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que mide el rendimiento académico de una zona o país en matemáticas, ciencia y lectura.

entre grupos, donde se evidenció una mejora en las calificaciones generales y en la transferencia en la resolución de problemas que no tenían nada que ver con la computación⁴.

En relación con estos hallazgos, numerosos estudios muestran los beneficios de incluir y desarrollar planes didácticos de lenguaje de programación en los niveles más básicos de escolarización (Ntourou *et al.*, 2021; Monteiro *et al.*, 2021); tanto en el currículum oficial como en actividades extraescolares, concluyen cómo las matemáticas, la tecnología, la ingeniería, la programación computacional, etc., se entrelazan en el mundo real (Panskyi & Rowińska, 2021). El estudio, de corte cuasiexperimental, realizado con diferentes submódulos derivados del pensamiento computacional y de la programación en las aulas, evidenció un mayor rendimiento en química en los grupos en los que se aplicaron los módulos que en el grupo control (Chongo *et al.*, 2021), o el modelo que ofrece Dagien *et al.* (2021), que busca consolidar las competencias en informática y programación para fomentar un desarrollo intelectual y funcional acorde al momento histórico que vivimos, como por ejemplo la perspectiva de Acebedo-Borrega *et al.* (2022) que, a partir de los resultados de una revisión sistemática con 145 estudios derivados de los 492 iniciales, enfocados desde las perspectivas documental, conceptual y pedagógica, resaltan la importancia de actualizar los elementos conceptuales que emergen de los avances en pensamiento computacional.

En la misma línea de interés, al destacar si los/as profesionales de la educación de los primeros niveles escolares están preparados/as para asumir este reto didáctico, Angeli (2021), en un estudio realizado con dichos/as profesionales, averigua que los departamentos de formación docente no poseen conocimientos para promover el pensamiento computacional, pero que, al someter al profesorado en formación a material sobre pensamiento algorítmico y robótica, se comprueban mejoras significativas de las competencias de enseñanza en estas áreas. De forma similar, en otro estudio con una muestra de 127 profesores y profesoras de informática en educación primaria inscritos/as en un programa de desarrollo continuo, se evidencia una mayor eficacia didáctica en la enseñanza de algoritmos y de pensamiento computacional en general (Rick *et al.*, 2021). Del análisis de ambos estudios deriva la idea de cambio y evolución constante debido, principalmente, a la economía global, cuestión que analizaron Lu *et al.* (2022) a través de una revisión bibliográfica con 33 artículos iniciales que toman como referencia estudiantes y docentes de ingenierías y ciencias de la computación, poniendo de manifiesto que la gran mayoría de las herramientas para medir el PC se diseñan para estas áreas de dominio, al considerar el pensamiento algorítmico⁵, la lógica y la abstracción, y no reparan en otras áreas de conocimiento más adecuadas de dominio cultural, lo cual supone una dificultad añadida que obliga a profesores/as e investigadores/as a explorar áreas más vacías en este sentido.

Por otro lado, Jevsikova *et al.* (2021), con el fin de identificar el nivel de comprensión del pensamiento computacional por parte de los/as docentes y su enfoque de integración en las actividades en las aulas, realizaron un estudio con 110 profesores/as en activo de seis países y concluyeron que estos/as profesionales comprenden y buscan la cualificación en pensamiento computacional para mejorar sus habilidades de enseñanza y su currículum.

⁴ Área del conocimiento que tiene por estudio a las computadoras, incluyendo el diseño, la capacidad operativa y el procesamiento de datos.

⁵ Pensamiento basado en procedimientos precisos, ordenados y lógicos.

Respecto a la creatividad y al pensamiento computacional, Israel-Fishelson *et al.* (2021), en un estudio de corte experimental con 124 alumnos/as de secundaria, evidencia que el aprendizaje de lenguajes de programación contribuye al desarrollo creativo y que este es transferible a diferentes contextos. En la misma línea, en un estudio con escolares de 5-6 años se utilizó un método de trabajo específico y una herramienta psicométrica⁶ para valorar la capacidad de codificación del alumnado. Se concluyó que el pensamiento creativo y el computacional mantienen una estrecha relación (Wang *et al.*, 2021). De forma similar, Kim (2021) estudia la relación entre creatividad y pensamiento computacional a través de una *app* instalada en los ordenadores de estudiantes de primaria donde encuentran no solo que la creatividad mejora a través de una subdivisión lógica en factores como originalidad, evolución, etc., sino que se relaciona linealmente con el pensamiento computacional, que también mejora de forma significativa. En otro estudio, con una muestra de 275 estudiantes de varios centros escolares chilenos en el que se pretende relacionar algunas dimensiones del proceso computacional como condicionales, bucles, etc., y el pensamiento creativo con dimensiones como originalidad, flexibilidad, fluidez, etc., se concluye que ambos tipos de pensamiento se relacionan estrechamente. Tanto el autor como la autora destacan la relación entre las dimensiones, bucles y condicionales que actúan como estimulantes de las dimensiones creativas estudiadas (Salamanca-Garay & Badilla-Quintana, 2021).

Con la misma lógica, Li (2021) destaca la exigencia del mundo actual de incluir en los currículos escolares básicos el PC y todo lo que conlleva; se resalta en un estudio cualitativo de opinión de expertos con amplia experiencia en educación, a través de entrevistas, y se reconoce la necesidad de facilitar la adquisición de competencias a los/as estudiantes, aportando previamente una formación docente adecuada, no es de extrañar que se apliquen de forma prioritaria en los niveles básicos de educación para el desarrollo de competencias TIC y que se consideren más acertados enfoques desde la programación y el pensamiento computacional en niños/as pequeños/as explorando tales experiencias (García-Peñalvo, & Mendes, 2018). Desde esta última perspectiva, Caballero-González y García-Valcárcel (2020) aplican un diseño cuasiexperimental con medidas pre- y postest, con grupo control a una muestra de 46 niños de primero de primaria en España, y cuyas conclusiones muestran una mejora significativa en competencia computacional. En cuanto a la necesidad de formación del profesorado, Menolli y Neto (2021) realizan un estudio acerca de cómo el pensamiento computacional es abordado en los planes formativos de los/as profesionales de la educación en Brasil y buscan las tecnologías digitales que lo posibilitan; en sus conclusiones muestran evidencias sobre la utilidad de las tecnologías accesibles cotidianamente, utilizadas por la mayoría de las personas, para promover el pensamiento creativo y, por lo tanto, también accesibles para profesores/as y alumnos/as, por lo que es aconsejable que los planes formativos puedan incluir estas tecnologías en sus programas. Una cuestión muy importante es la aplicación de un sistema de evaluación adecuado para medir tanto la eficacia de la enseñanza como la autopercepción en el desarrollo de tal eficacia, destacándose la necesidad de instrumentos de evaluación válidos y fiables (Boulden *et al.* 2021).

⁶ Instrumento apoyado en las bases de la psicometría.

Indudablemente, los/as mejores embajadores/as del éxito en la transición y alfabetización digital, y de la inclusión del pensamiento computacional, serán los/as alumnos/as actuales que reciban este tipo de educación. Este aspecto es tan importante como la formación del profesorado. Hay que poner especial cuidado en que los avances puedan ser evaluados con precisión y, por tanto, considerar la creación de instrumentos que propongan un modelo de pronóstico a corto, medio y largo plazo. En esta línea, referido a la evaluación específica, la investigación llevada a cabo por Tsarava *et al.*, (2022) en la que se estudió a 192 sujetos para analizar el desarrollo y validación de instrumentos de evaluación que ofrecieron datos fiables sobre la eficacia de los cambios curriculares respecto al PC, los resultados mostraron correlaciones positivas entre el PC y habilidades numéricas complejas a nivel de primaria, razonamiento verbal en primaria y secundaria, y habilidades visoespaciales en todos los niveles educativos desde primaria. Como conclusión, se afirma que las habilidades cognitivas funcionan como apoyo a las habilidades de PC, diferencialmente, a través de los itinerarios educativos.

Desarrollar el PC genera una gran fuerza en el sistema educativo, demandando un lugar en los currículos escolares para mejorar, entre otras habilidades, la resolución de problemas. La falta de modelos de formación para estudiantes y recursos de evaluación son unos condicionantes muy visibles a superar. Desde esta tesitura, Mejía *et al.* (2022) realizan una revisión de la literatura con la idea de analizar el uso de la robótica educativa como motor motivante en alumnos y alumnas de los primeros niveles escolares, tomando como referencia el estudio de utilización de software en materia de PC. Los autores y la autora concluyen una alta influencia entre robótica educativa y PC a nivel práctico. En un sentido más abstracto, en una revisión bibliográfica sobre 10 estudios de tipo empírico se revela que el uso del PC integrado en las clases de matemáticas en educación primaria mejora la expresividad y comprensión. Además, se muestran dos categorías de actividades: habilidades instrumentales y control de procesos (Nordby *et al.*, 2022).

Por otro lado, en un estudio orientado al desarrollo del PC a partir del diseño de un conjunto de algoritmos con tecnología Scratch⁷ en educación secundaria, que se enfocó desde el paradigma de investigación-acción y se centró en la búsqueda de resolución de problemas por vía tecnológica, se evidencia que el alumnado es capaz de utilizar secuencias básicas de programación al solucionar problemas y se concluye una buena motivación con el uso de las TIC, lo que incita a utilizarlas profusamente en las aulas (Hernández-Suárez *et al.*, 2022). Contrariamente, Cerón-Molina (2021), en su estudio bibliográfico de 60 textos sobre el desarrollo del pensamiento lógico matemático en la programación para niños/as y su importancia en los entornos escolares, concluye la ausencia de propuestas, utilizando como medio el lenguaje de programación y escasos planteamientos didácticos en educación primaria.

Respecto a la implicación del profesorado, un estudio versado sobre Cultura Digital Universitaria pone de manifiesto una polisemia difusa que impacta en los y las docentes al diluir sus capacidades debido a imprecisiones semiológicas y conceptuales, que complican la adherencia terminológica y el calado en la universidad. Se realizó una revisión de la literatura, cuyo resultado se plasma en el artículo e implica la falta de definiciones clarificadoras genéricas y

⁷ Entorno de programación desarrollado en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) que utiliza diseños avanzados con interfaces atractivas y muy accesible para personas que comienzan sus andaduras en programación.

restan habilidades en la generación de líneas de investigación en materia digital (Quintero-Moreno & López-Ornelas, 2022). Desde la perspectiva competencial digital docente, Pinto-Santos y Pérez-Garcías (2022) analizan la incidencia del desarrollo del currículum de los futuros/as profesores/as en una muestra de 153 alumnos/as de licenciatura de Educación Infantil en la universidad de Guajira, en Colombia; el resultado del estudio concluye que existe la necesidad de desarrollar al máximo los procesos formativos del currículum que se aplica en las aulas de los/las estudiantes de Magisterio, para que les capacite en el uso de la tecnología digital profesionalmente. En línea similar, Ung *et al.* (2022) en su estudio muestran la falta genérica de comprensión de las habilidades del PC en el profesorado. El estudio incide en el análisis y creación de un sistema de entrenamiento en estas habilidades aplicado a una muestra de 369 maestros y maestras de Malasia, en cuyo diseño se incluían medidas pretest y postest. Finalmente, se concluye una mejora significativa del profesorado en los procesos de enseñanza-aprendizaje en PC en un periodo breve de tiempo, a la par que se propone su poder de generalización para futuras planificaciones en la temática.

Unas conclusiones similares y en el mismo sentido, que aluden a la preparación de los/as futuros/as profesores/as en PC, se ofrecieron desde un estudio cuasiexperimental, realizado sobre una muestra de 37 futuros/as profesores/as de educación básica que realizaron un programa formativo basado en componentes de PC, programación de algoritmos y Scratch, y que también crearon juegos con Scratch tematizados sobre contenidos escolares, concluyéndose que la percepción de los/as docentes fue que la formación recibida aumentó de forma significativa las habilidades en PC y mejoró también su autoeficacia respecto de sus prácticas didácticas (Tankiz & Atman-Uslu, 2022). Respaldando la positividad de la formación en competencias digitales, el estudio de González-Osorio (2021), realizado en la universidad Pedagógica de Veracruz y cuyos datos se obtuvieron con una muestra de 958 estudiantes de la Licenciatura de Educación Básica con formación en Computación, arrojó el resultado que determina que las acciones formativas en la preparación universitaria de los/as futuros/as profesores/as en computación son controvertidas a nivel conceptual, pero positivas en cuanto a rendimiento.

2. DISEÑO Y MÉTODO

El objeto de este estudio descansa en la necesidad de conocer el nivel de compromiso y formación en pensamiento computacional del profesorado desde el punto de vista de los grupos de edad, el sexo y las etapas de la educación básica obligatoria en centro escolares de la zona sur de la Comunidad de Madrid. Se trata de un estudio descriptivo transversal. La información es obtenida sin modificar el entorno, sin manipulación de los datos recogidos en un momento concreto en el tiempo. De esta forma, se observan las frecuencias específicas y los porcentajes en las respuestas de los cinco ítems a los que el profesorado responde de forma voluntaria, con una distribución múltiple categorial codificada. Este estudio parte de la idea de realizar un screening en el mayor número de centros educativos posible en la zona sur de la Comunidad de Madrid. Estos centros ejercen enseñanzas desde Educación Infantil a Educación Secundaria Obligatoria. En algunos de los centros también se imparte Bachillerato, pero esta etapa no se considerará para este análisis.

Los datos son tabulados en función a dos categorías derivadas de las respuestas a los ítems propuestos:

- Formación: Ítems 1, 2 y 3
- Compromiso: Ítems 4 y 5

Estas categorías trascienden a dos codificaciones principales: grupos de edad y etapas educativas, canalizados a través de las respuestas a los ítems. El sexo es considerado una variable orgánica o de estado que puede agrupar modificaciones en las respuestas. A su vez, las respuestas se codifican en Sí y No.

Respecto de la muestra, se obtuvieron datos de 116 profesionales de la educación, con una mortalidad experimental⁸ de 13. La muestra final quedó en $N = 103$, con $n_m = 38$ sujetos del sexo masculino y $n_f = 65$ del sexo femenino.

Los correspondientes porcentajes son:

- Masculino: 36,89%
- Femenino: 63,11%

2.1. VARIABLES DE ANÁLISIS

Dos categorías de análisis: Compromiso y Formación. Las siguientes que se describen son tomadas como codificaciones en las categorías de estudio

- Etapas educativas con tres modalidades: Educación Infantil (Infantil), Educación Primaria (Primaria) y Educación Secundaria Obligatoria (Secundaria).
- Grupos de edad con cuatro modalidades: de 22 a 35, de 36 a 45, de 46 a 55 y mayores de 55.
- Sexo⁹: se toman los resultados dicotómicos de esta variable a partir del sexo biológico. No se tienen en cuenta distinciones de ningún otro tipo, ni se les atribuye categorías de género como construcción social. Se toman como Codificación Masculino y Codificación Femenino.

A su vez, todas las codificaciones se subdividen Sí/No. En este estudio solo se considerarán las frecuencias y porcentajes de las respuestas Sí.

Se realizaron cinco preguntas de respuesta SÍ/NO elaboradas *ad hoc*.

Preguntas realizadas:

- ¿Tiene usted estudios demostrables en programación?
- ¿Cree usted que los/as profesores/as españoles/as necesitan formarse en programación?
- ¿Cree usted en la necesidad de incluir la programación en los currículos de los itinerarios de la educación básica obligatoria?

⁸ Pérdida de participantes durante el estudio de la investigación

⁹ Referido al sexo biológico. No se tienen en cuenta las posibles diferencias de género como construcción social por la complejidad que conlleva su distribución.

- ¿Comenzaría usted una formación en programación?
- ¿Lideraría usted un proyecto de innovación sobre inclusión del Pensamiento Computacional en la escuela?

Esta herramienta arroja un alfa de Cronbach de 0,77. Por tanto, el instrumento de recogida de datos es aceptable (Cronbach, 1972; Muñiz, 1992).

3. TRABAJO DE CAMPO Y ANÁLISIS DE DATOS

De todos los centros contactados, cuatro de ellos responden positivamente y ofrecen sus datos de forma anónima. Los datos brutos se obtienen finalmente desde tablas numéricas y categóricas, libres de datos personales y de metadatos. Estos datos se recogen durante los meses de noviembre y diciembre de 2021 y enero de 2022.

Los datos se concentran en dos categorías: Formación, representada por las respuestas a los ítems 1, 2 y 3; y Compromiso, cuyas puntuaciones se obtienen de las respuestas a los ítems 4 y 5.

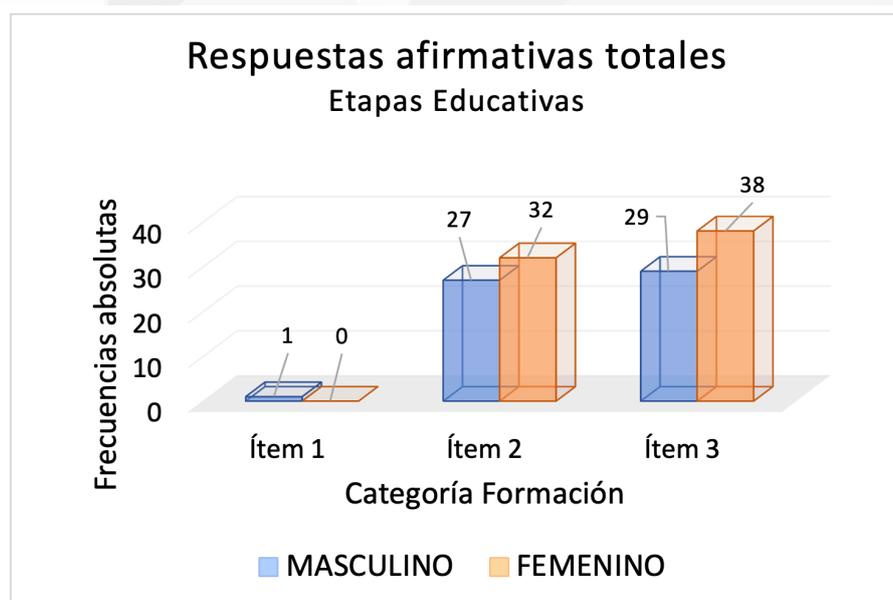
Análisis de frecuencias y porcentajes sobre las variables indicadas: Sexo (dicotómico), tres Etapas Educativas y cuatro grupos de edad.

4. RESULTADOS

4.1. CATEGORÍA FORMACIÓN

En figura 1 y en las tablas 1 y 2 aparecen las frecuencias de respuestas afirmativas (RA) y los correspondientes porcentajes (%) sobre el total de la muestra, en la categoría Formación en las Codificaciones Masculino y Femenino por etapas educativas.

Figura 1. Respuestas afirmativas totales en la categoría Formación en etapas educativas. Ambos sexos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Respuestas afirmativas (RA) y porcentajes (%) en la categoría Formación en la codificación Masculino por etapas educativas

	INFANTIL		PRIMARIA		SECUNDARIA	
	RA	%	RA	%	RA	%
Ítem 1	0	0	0	0	1	0,97
Ítem 2	2	1,94	12	11,65	13	12,62
Ítem 3	2	1,94	13	12,62	14	13,59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Respuestas afirmativas (RA) y porcentajes (%) en la categoría Formación en la codificación Femenino por etapas educativas

	INFANTIL		PRIMARIA		SECUNDARIA	
	RA	%	RA	%	RA	%
Ítem 1	0	0	0	0	0	0
Ítem 2	6	5,83	21	20,39	5	4,85
Ítem 3	13	12,62	21	20,39	4	3,88

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 y en las tablas 3 y 4 aparecen las frecuencias de respuestas afirmativas (RA) y los correspondientes porcentajes (%) sobre el total de la muestra en la categoría Compromiso en las codificaciones Masculino y Femenino, por grupos de edad.

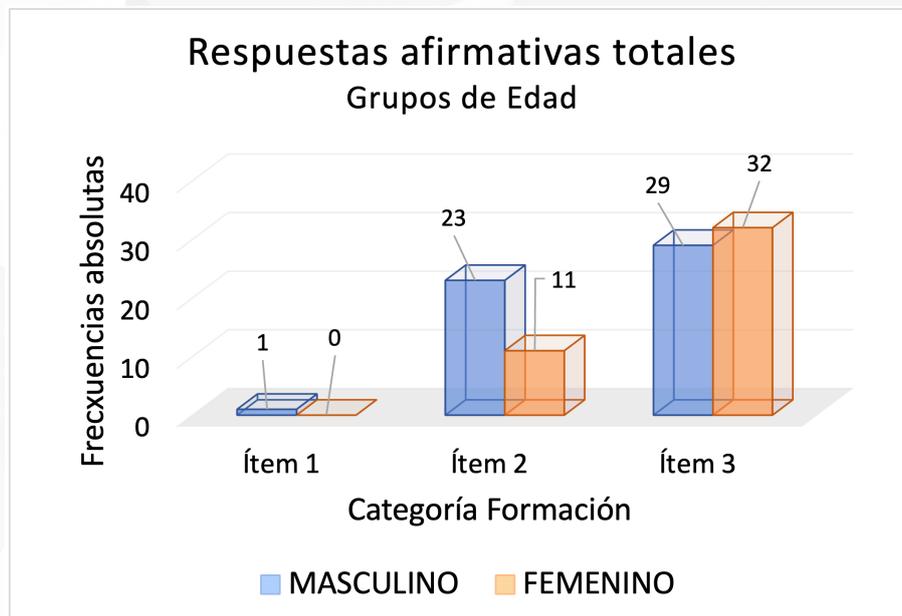
Figura 2. Respuestas afirmativas totales en la categoría Formación en grupos de edad. Ambos sexos

Tabla 3. Respuestas afirmativas (RA) y porcentajes (%) en la categoría Formación en la codificación Masculino por grupos de edad

	22-35		36-45		46-55		>55	
	RA	%	RA	%	RA	%	RA	%
Ítem 1	0	0	1	0,97	0	0	0	0
Ítem 2	9	8,74	11	10,68	2	1,94	1	0,97
Ítem 3	13	12,62	13	12,62	2	1,94	1	0,97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Respuestas afirmativas en categoría Formación en la codificación Femenino por grupos de edad

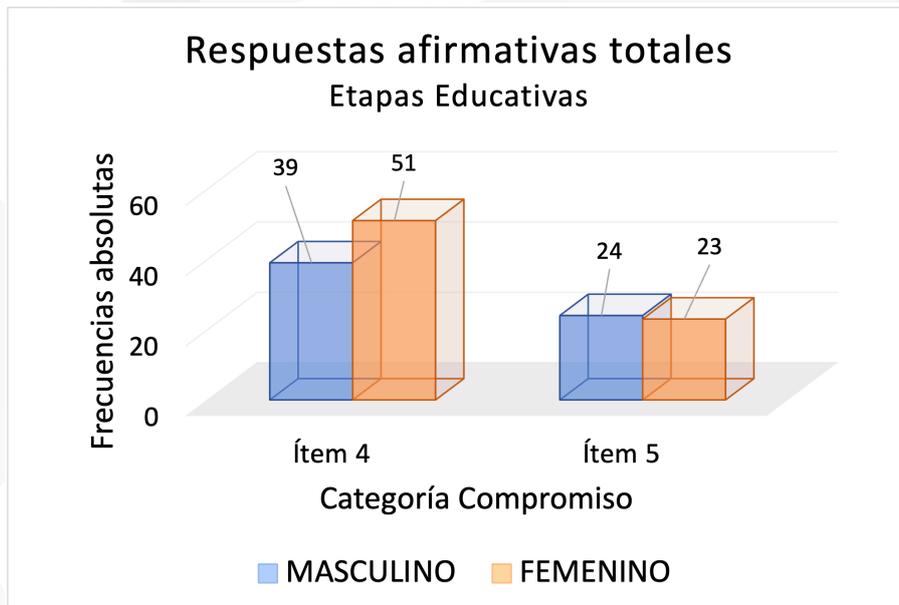
	22-35		36-45		46-55		>55	
	RA	%	RA	%	RA	%	RA	%
Ítem 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ítem 2	3	2,91	4	3,88	3	2,91	1	0,97
Ítem 3	19	18,45	9	8,77	2	1,94	1	0,97

Fuente: Elaboración propia

4.2. CATEGORÍA COMPROMISO

En la figura 3 y en las tablas 5 y 6 pueden observarse las frecuencias de respuestas afirmativas (RA) y los correspondientes porcentajes (%) sobre el total de la muestra en la categoría Compromiso, en las Codificaciones Masculino y Femenino por etapas educativas.

Figura 3. Respuestas afirmativas en categoría Compromiso por etapas educativas. Ambos sexos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Respuestas afirmativas (RA) y porcentajes (%) en la categoría Compromiso en la codificación Masculino por etapas educativas

	INFANTIL		PRIMARIA		SECUNDARIA	
	RA	%	RA	%	RA	%
Ítem 4	2	1,94	21	20,39	15	18,45
Ítem 5	1	0,97	12	11,65	11	10,68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Respuestas afirmativas (RA) y porcentajes (%) en la categoría Compromiso en la codificación Femenino por etapas educativas

	INFANTIL		PRIMARIA		SECUNDARIA	
	RA	%	RA	%	RA	%
Ítem 4	2	1,94	21	20,39	15	18,45
Ítem 5	1	0,97	12	11,65	11	10,68

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 y en las tablas 7 y 8 pueden observarse las frecuencias de respuestas afirmativas (RA) y los correspondientes porcentajes (%) sobre el total de la muestra en la categoría Compromiso, en las codificaciones Masculino y Femenino por etapas educativas.

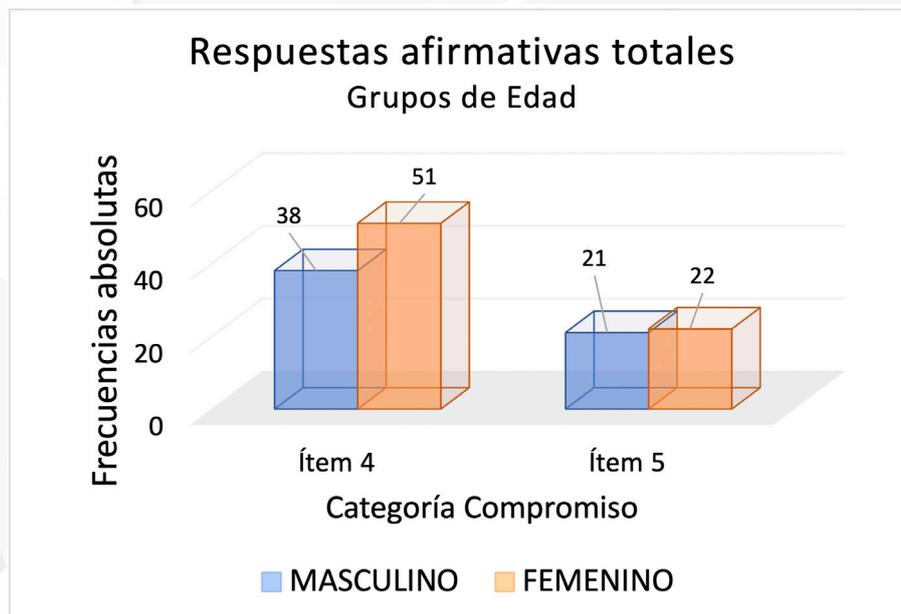
Figura 4. Respuestas afirmativas en categoría Compromiso por grupos de edad. Ambos sexos

Tabla 7. Respuestas afirmativas (RA) y porcentajes (%) en la categoría Compromiso en la codificación Masculino por grupos de edad

	22-35		36-45		46-55		>55	
	RA	%	RA	%	RA	%	RA	%
Ítem 4	15	14,56	18	17,48	3	2,91	2	1,94
Ítem 5	8	7,77	10	9,71	2	1,94	1	0,97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Respuestas afirmativas (RA) y porcentajes (%) en la categoría Compromiso en la codificación Femenino por grupos de edad

	22-35		36-45		46-55		>55	
	RA	%	RA	%	RA	%	RA	%
Ítem 4	19	18,45	24	23,3	6	5,83	2	1,94
Ítem 5	5	4,85	12	11,65	2	1,94	3	2,91

Fuente: Elaboración propia

5. DISCUSIÓN

5.1. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES INFERIDAS SOBRE LA CATEGORÍA FORMACIÓN

Respecto a la formación específica en programación con un 0,97% en la categoría Etapas Educativas (EE) y un 0,97% en la categoría Grupos de Edad (GE), en los datos obtenidos en el ítem 1 de este estudio desde la muestra total de profesores/as se evidencia que no poseen conocimiento suficiente en programación como para movilizar adecuadamente al alumnado, tal como señala Angeli (2021), que añade en sus conclusiones que la formación específica produce mejoras significativas en la didáctica del aula, acorde con Tucker-Raymond *et al.* (2021) y sobre la información extraída del ítem 2, cuestión con la que coinciden con Rick *et al.* (2021). Por otro lado, y en coincidencia parcial, Lu *et al.* (2022) facilitan la idea de que, en general, los/as profesores/as suelen tener dificultades para aplicar el PC en áreas culturales cotidianas en las clases. En consonancia, Li (2021) en sus conclusiones destaca que el éxito del PC en las aulas pasa por la debida formación del personal docente, cuestión corroborada por Tsarava *et al.* (2022) y Mejía *et al.* (2022), que hacen patente la falta de modelos aplicables a las discentes y los discentes, cuestión tomada como competencia digital de los/as profesores/as. Es posible coincidir con Quintero-Moreno y López-Ornelas (2022) en las dificultades terminológicas de los/as docentes, conclusiones compartidas por González-Osorio (2021), que coinciden en lo controvertido de las acciones formativas en PC, a lo que es posible añadir, al igual que Pinto-Santos y Pérez-Garcías (2022), que aluden a la necesidad de mejorar los currículos de los/as docentes durante su formación en las universidades, en consonancia directa con lo confirmado en un estudio del que sobresalen las habilidades en sus prácticas didácticas derivadas del aprendizaje del PC de los/as futuros/as profesores/as de la muestra investigada (Tankiz & Atman-Uslu, 2022).

Las respuestas al ítem 2 arrojadas por este estudio, con respuestas afirmativas en un 57,28% en la categoría EE y un 33,01% en la categoría GE, se enlazan con la necesidad de que los/as

profesores/as adquieran formación adecuada en PC, tal como se postula desde las conclusiones de Tucker-Raymond *et al.* (2021) acerca de las mejoras en sus clases al involucrarse en obtener información sobre computación e informática en EE.UU., apoyándose estas afirmaciones en otros contextos por otros autores (Nordby *et al.*, 2022). Esta falta de comprensión y habilidades en PC del profesorado es argumentada por Ung *et al.* (2022), quienes sugieren la necesidad de postular programas de entrenamiento en computación para el profesorado.

En línea coincidente con las respuestas obtenidas en el ítem 3, el 65,05% en la categoría EE y el 59,22% en la categoría GE de los/as docentes abogan por la inclusión de contenidos en programación en la educación básica; esta idea causa intersección con las proposiciones de la OCDE en sus pruebas PISA para 2022 (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022), con las conclusiones que se obtienen en un estudio donde se ven mejoras en la creatividad, lógica y otras enseñanzas, y que produce efectos atrayentes en la inclusión del PC en los currículos de la escolaridad básica (Pimenta-Arruda & Mill, 2021). Bajo el mismo prisma, Wing (2020) proyecta ideariamente la computación hacia ámbitos académicos aún sin explorar y propone un aglutinamiento de técnicas de resolución de problemas de forma funcionalmente expansiva. Desde una equiparación del PC y la alfabetización, se enfatiza la necesidad de incluir la programación, la robótica y, en general, el PC en las enseñanzas básicas, señalando que la alfabetización computacional (AC) es equiparable a la versión clásica en el siglo XXI, tal como también señala Mertala (2021), que la compara con la cultura en general y con la lecto-escritura en particular, aunque el autor refleja que el desarrollo de la AC es muy dispar aún en la escolaridad básica. Contrariamente, en un estudio realizado por Sandoval-Bravo (2021) se mantiene el efecto reticente del profesorado a incorporar la informática en sus ámbitos de enseñanza por la escasa homogeneidad encontrada. Sin embargo, en un estudio longitudinal con grupo control en el que se incluyó materia de programación con código fuente y se atendió a la unificación de criterios conceptuales, se concluye una mejora en todas las materias en general, aún sin tener relación directa con el PC (Relkin *et al.* 2021). Las afirmaciones anteriores enlazan con las conclusiones de varios estudios en los que se muestran evidencias de mejoras de rendimiento en las aulas (Chongo *et al.*, 2021; Monteiro *et al.*, 2021; Ntourou *et al.*, 2021), y que el PC enlaza con el mundo real (Panskyi & Rowińska, 2021).

En continuidad con la necesidad de incluir el PC en los currículos escolares básicos, Wang *et al.* (2021), Kim (2021), Salamanca-Garay y Badilla-Quintana (2021), e Israel-Fishelson *et al.* (2021), reflejan una interesante relación entre creatividad y PC. También el uso del PC como motivación al incluir nuevas tecnologías proporciona argumentos a favor de utilizarlo en las aulas de forma sistemática (Hernández-Suárez *et al.*, 2022), existiendo autores que no encuentran consistencia en las propuestas actuales de forma satisfactoria en didáctica de programación en educación primaria (Cerón-Molina, 2021).

5.2. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES INFERIDAS SOBRE LA CATEGORÍA COMPROMISO

Respecto al compromiso de recibir formación en PC contenido en el ítem 4, el nivel de respuestas fue del 87,38% en la categoría EE y del 86,41% en la categoría GE, estando en consonancia del estudio realizado por El-Hamamsy *et al.* (2021), en el que se inscribieron 350 docentes en un proyecto de ciencias computacionales cuyo resultado es que mejoraron significativamente

sus habilidades y capacidad de generalización a otros entornos, cuestión avalada también por Tucker-Raymond *et al.* (2021); la generalización a otras áreas, donde el PC cala menos en la escuela, motiva a Lu *et al.* (2022) tras sus conclusiones, que se reafirman en la necesidad de formarse, detectada en una muestra de 33 estudios revisados para explorar áreas más necesitadas de actualización en PC y su aplicación en materias curriculares, en consonancia con un estudio realizado con una muestra de 110 docentes de seis países que buscan formación en PC para mejorar sus habilidades didácticas y su currículo personal (Jevsikova *et al.* 2021), también se corroboran similares hallazgos en un estudio donde los/as profesores/as buscan activamente su mejora en PC, aludiendo también que los medios para conseguirlo se encuentran a su alcance (Menolli & Neto, 2021), aunque contrariamente a todos estos resultados mencionados, en un estudio desde el que se concluye que buena parte del profesorado solo despliega sus competencias en el ámbito computacional con la finalidad de utilizar software y hardware básico (Sandoval-Bravo, 2021).

Acerca del ítem 5, que alude al liderazgo en programas de innovación en temáticas sobre PC, el nivel de respuestas es del 45,63% en la categoría EE y del 41,75% en la codificación de GE. Cuestión avalada por el modelo propuesto por Dagien *et al.* (2021) que busca la consolidación de las competencias docentes en informática y programación junto con las conclusiones de una extensa revisión bibliográfica, desde la que se resalta la importancia del compromiso de los/as docentes de actualizar la conceptualización sobre los avances en PC, tal cual se expresan en las conclusiones Mejía *et al.* (2022), que enfatizan, tras su revisión de la literatura correspondiente, promover el uso del PC y la robótica como factor motivacional en el alumnado.

Finalmente, los datos arrojados por este análisis indican que, en ambas categorías, los porcentajes afirmativos se agrupan principalmente alrededor de valores medio-altos en las codificaciones EE y GE, salvo en el ítem 1, que resulta excesivamente bajo con un valor menor al 1%. Valores por debajo del percentil 50 en los ítems 2 y 5, en GE la categoría Formación sobre resultados del primero y en EE, además de en GE en las categorías Formación y Compromiso en los resultados del segundo.

5.3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES INFERIDAS SOBRE LAS CODIFICACIONES MASCULINO Y FEMENINO

Tras el análisis visual aportado en las figuras de 1 a 4, puede observarse que solo existen diferencias en el ítem 2 de la categoría Formación, donde la Codificación Masculino casi duplica a la Codificación Femenino. El resto de las diferencias no resultan significativas.

Es muy posible que las diferencias encontradas en el ítem 2 respecto a las codificaciones relativas al sexo de los y las participantes sean debidas al género, entendido este como rol social. Desde esta perspectiva, se ensalzarían ciertos atributos frente a otros en función del género. Se trata de un discurso en permanente evolución y esclarecimiento, así como dificultoso, máxime cuando existen más de 40 géneros diferentes, muchos de ellos con sus propias características diferenciales clarificadas, pero en otros casos la codificación se mostraría como compleja al determinarse cambios espontáneos y solapamientos en cualidades, haciendo extremadamente complicada cualquier investigación al respecto.

Existen dos causas principales para que se tomaran los datos solo en dos códigos en esta categoría: la extrema complejidad en las diferentes definiciones de género y la no posesión de esos datos. Por esta razón, se ha simplificado en lo relativo al sexo biológico, en el cual los/as profesionales se identifican en uno de los dos códigos, según su preferencia personal. Bajo este supuesto, todo/a aquel y aquella profesional que no se identificara con alguna de las dos etiquetas, simplemente no aportaría su colaboración al proyecto de investigación. En definitiva, todos/as los/as participantes respondieron libremente en alguna de las dos opciones, masculino/femenino. Las personas que no se identificaban con ninguna de las dos, simplemente, no respondieron.

6. CONCLUSIONES

En relación con el objetivo de este análisis, los resultados muestran una falta casi total de formación demostrable en programación por parte del profesorado, una preocupación ligeramente superior a valores medios de este colectivo por la necesidad de formación del profesorado en PC y una visión también media sobre la necesidad de incluir en los currículos escolares la programación y los aprendizajes en computación y otras ramas de la informática. Más de la mitad de los y las profesionales de la educación estarían de acuerdo con realizar formación específica y en liderar proyectos didácticos con contenidos de informática y computación a implementar con su alumnado. Estas conclusiones resultan acordes al esclarecimiento de la pregunta que motivó el análisis.

7. REFERENCIAS

- Acevedo-Borrega, J., Valverde-Berrocoso, J. & Garrido-Arroyo, M. C. (2022). Computational Thinking and Educational Technology: A Scoping Review of the Literature. *Education Sciences*, 12(1), 39. <https://doi.org/10.3390/educsci12010039>
- Angeli, C. (2021). The effects of scaffolded programming scripts on pre-service teachers' computational thinking: Developing algorithmic thinking through programming robots. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 31, 100329. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212868921000519>
- Boulden, D. C., Rachmatullah, A., Oliver, K. M. & Wiebe, E. (2021). Measuring in-service teacher self-efficacy for teaching computational thinking: development and validation of the T-STEM CT. *Education and Information Technologies* 26, 4663–4689 <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10487-2>
- Caballero-González, Y. A. & García-Valcárcel, A. (2020). Learning with Robotics in Primary Education? A Means of Stimulating Computational Thinking. *Education in the Knowledge Society*, 21, article 10. <https://doi.org/10.14201/eks.21443>
- Cerón Molina, J. A. (2021). La programación para niños: perspectivas de abordaje desde el pensamiento lógico matemático. *Revista Internacional De Pedagogía E Innovación Educativa*, 2(1), 101–122. <https://doi.org/10.51660/ripie.v2i1.70>
- Chongo, S., Osman, K. & Nayan, N. A. (2021). Impact of the Plugged-in and Unplugged Chemistry Computational Thinking Modules on Achievement in Chemistry. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(4), em1953. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10789>
- Cronbach, L. J. (1972). Fundamentos de la exploración psicológica. (2.º ed.). Biblioteca nueva.
- Dagien, V., Hromkovic, J. & Lacher, R. (2021). Designing informatics curriculum for K-12 education: From Concepts to Implementations. *Informatics in Education*, 20(3), 333-360. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=979290>
- 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 <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10355-5>
- García-Peñalvo, F. J. & Mendes, J. A. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005>
- González-Osorio, G. (2021). Competencias digitales. Un caso de estudio en la formación docente. *Revista Eduscientia. Divulgación De La Ciencia Educativa*, 4(8), 19-37. <http://www.eduscientia.com/index.php/journal/article/view/131>

- Hernández Suárez, C. A., Gamboa Suárez, A. A. y Avendaño Castro, W. R. (2022). Diseño de algoritmos en tecnología con Scratch para el desarrollo del Pensamiento Computacional. *Revista Boletín Redipe*, 11(2), 461-476. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i2.1696>
- Israel-Fishelson, R., Hershkovitz, A., Eguíluz, A., Garaizar, P. & Guenaga, M. (2021). A Log-Based Analysis of the Associations Between Creativity and Computational Thinking. *Journal of Educational Computing Research*, 59(5), 926–959. <https://doi.org/10.1177/0735633120973429>
- Jevsikova, T., Stupurienė, G., Stumbrienė, D., Juškevičienė, A. & Dagienė, V. (2021) Acceptance of distance learning technologies by teachers: determining factors and emergency state influence. *Informatica*, 32(3), 517-542. <https://doi.org/10.15388/21-INFOR459>
- Kim, Y. M. (2021). The effects of pbl-based data science education program using app inventor on elementary students' computational thinking and creativity improvement. *Ilkogretim Online*, 20(1), 1305-1316. <https://web.a.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=1305351>
- Li, Q. (2021). Computational thinking and teacher education: An expert interview study. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(2), 324-338. <https://doi.org/10.1002/hbe2.224>
- Lu, C., Macdonald, R., Odell, B., Kokhan, V., Demmans Epp, C. & Cutumisu, M. (2022). A scoping review of computational thinking assessments in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 1-46. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09305-y>
- Mejía, I., Ariel Hurtado, J., Zúñiga Muñoz, R. F. y Salazar España, B. G. (2022). Robótica educativa como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional. Una revisión de la literatura. *Revista Educación En Ingeniería*, 17(33), 68-78. <https://doi.org/10.26507/rei.v17n33.1216>
- Menolli, A. & Neto, J. C. (2021). Computational thinking in computer science teacher training courses in Brazil: A survey and a research roadmap. *Education and Information Technologies*, 17, 2099-2135. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10667-0>
- Mertala, P. (2021). The pedagogy of multiliteracies as a code breaker: A suggestion for a transversal approach to computing education in basic education. *British Journal of Educational Technology*, 52(6), 2227-2241. <https://doi.org/10.1111/bjet.13125>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional, (2022). <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/pisa-2022.html>
- Monteiro, A. F., Miranda-Pinto, M. & Osório, A. J. (2021). Coding as Literacy in Preschool: A Case Study. *Education Sciences*, 11(5), 198. <http://dx.doi.org/10.3390/educsci11050198>
- Muñiz, J. (1992). *Teoría clásica de los test*. Pirámide.
- Nordby, S. K., Bjerke, A. H. & Mifsud, L. (2022). Computational Thinking in the Primary Mathematics Classroom: a Systematic Review. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 8, 27–49. <https://doi.org/10.1007/s40751-022-00102-5>
- Ntourou, V., Kalogiannakis, M., & Psycharis, S. (2021). A Study of the Impact of Arduino and Visual Programming In Self-Efficacy, Motivation, Computational Thinking and 5th Grade Students'

- Perceptions on Electricity. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(5), em1960. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10842>
- Panskyi, T. & Rowińska, Z. (2021). A holistic digital game-based learning approach to out-of-school primary programming education. *Informatics in Education*, 20(2), 255-276. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=953735>
- Pimenta-Arruda, E. & Mill, D. (2021). Digital technologies, postgraduate professor and researcher training: relations between Brazilian and international initiatives. *Educação (UFSM)*, 46(1), 25-1. <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/41203/html>
- Pinto Santos, A. R. & Pérez Garcías, A. (2022). Gestión curricular y desarrollo de la competencia digital docente en la formación inicial del profesorado. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 22(69). <https://doi.org/10.6018/red.493551>
- Quintero Moreno, L., & López Ornelas, M. (2022). Aproximación a la definición de cultura digital universitaria y las dimensiones que la constituyen. *Revista Conhecimento Online*, 1, 213-239. <https://doi.org/10.25112/rco.v1.2875>
- Relkin, E., de Ruiter, L. E., & Bers, M. U. (2021). Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children. *Computers & Education*, 169, 104222. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104222>
- Rich, P. J., Mason, S. L. & O'Leary, J. (2021). Measuring the effect of continuous professional development on elementary teachers' self-efficacy to teach coding and computational thinking. *Computers & Education*, 168, 104196, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104196>
- Salamanca Garay, I., & Badilla Quintana, M. (2021). Del pensamiento computacional al pensamiento creativo. *Revista ICONO 14*, 19(2), 261-287. <https://doi.org/10.7195/ri14.v19i2.1653>
- Sandoval-Bravo, C. H. (2021). Alfabetización Digital como Puente de Exclusión Social Poscovid-19. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(1), 120-129. <https://doi.org/10.37843/rted.v11i1.200>
- Tankiz, E. & Atman Uslu, N. (2022). Preparing Pre-Service Teachers for Computational Thinking Skills and its Teaching: A Convergent Mixed-Method Study. *Technology, Knowledge and Learning*, 1-23. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09593-y>
- Tsarava, K., Moeller, K., Román-González, M., Golle, J., Leifheit, L., Butz, M. V. & Ninaus, M. (2022). A cognitive definition of computational thinking in primary education. *Computers & Education*, 179, 104425. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104425>
- Tucker-Raymond, E., Cassidy, M. & Puttick, G. (2021). Science teachers can teach computational thinking through distributed expertise. *Computers & Education*, 173, 104284. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104284>
- Ung, L. L., Labadin, J., & Mohamad, F. S. (2022). Computational thinking for teachers: Development of a localised E-learning system. *Computers & Education*, 177, 104379. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104379>

Vee, A. (2013) Understanding Computer Programming as a Literacy. *Literacy in Composition Studies*, 1(2), 42-64. <http://d-scholarship.pitt.edu/21695/>

Wang, L., Geng, F., Hao, X., Shi, D., Wang, T., & Li, Y. (2021). Measuring coding ability in young children: relations to computational thinking, creative thinking, and working memory. *Current Psychology*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-02085-9>

Wing, J. M. (2020). Toward a Research Agenda for Data Science: The Discussion Begins. *Harvard Data Science Review*, 2(3) <https://doi.org/10.1162/99608f92.b68def92> <https://hdr.mitpress.mit.edu/pub/cbvbcpl1i/release/2>