



Percepciones del profesorado en formación sobre el desarrollo del pensamiento computacional desde el Modelo 5PC

Pre-service Teachers' Perceptions on the Development of Computational Thinking from the 5PC Model

 José Luis Serrano; jl.serranosanchez@um.es

 Gema Ortuño; gemaom91@gmail.com

Universidad de Murcia (España)

Resumen

El pensamiento computacional utiliza procesos cognitivos para formular problemas y soluciones que puedan ser automatizadas y procesadas por un agente de pensamiento. Su definición, evaluación y cómo enseñarlo, son aspectos frágilmente desarrollados desde la investigación educativa. El objetivo de esta investigación es proporcionar pautas pedagógicas que permitan diseñar acciones formativas para el desarrollo del pensamiento computacional del profesorado. En este estudio exploratorio participaron 63 docentes en formación. Las evidencias obtenidas con el uso de un cuestionario y un grupo de discusión nos indican que las actividades sin tecnología y la programación de robots son estrategias eficientes para el desarrollo del pensamiento computacional. La creatividad, la resolución de problemas, la cooperación y la comunicación, son las habilidades periféricas que se pueden activar en mayor medida. Además, presentamos un modelo de formación del profesorado en pensamiento computacional que incluye los siguientes pasos secuenciales a seguir: metodología “aprender pensando”, diseñar problemas reales, realizar actividades desenchufadas, programar robots y exponer los recursos creados.

Palabras clave: pensamiento computacional; formación; docentes; robótica educativa; programación

Abstract

Computational thinking uses cognitive processes to formulate problems and solutions that can be automated and processed by a thought agent. Definition, evaluation and how to teach it are weakly developed aspects. The purpose of this research is to provide pedagogical guidelines that allow the design of training actions for the development of computational thinking of teachers. 63 pre-service teachers participated in this exploratory research. The evidence obtained with the use of a questionnaire and a discussion group indicates that activities unplugged, and robot programming are efficient strategies for the development of computational thinking. Creativity, problem solving, cooperation and communication are the peripheral skills that can be activated to a greater extent. In addition, we present a model for teacher training in computational thinking.

Keywords: computational thinking; training; teachers; educational robotics; programming.



1. EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN EDUCACIÓN

Mejorar la capacidad de resolver problemas en un mundo digital es el principal objetivo que comparten la mayoría de estudios e iniciativas (Grover y Pea, 2013; Moreno-León et al., 2019; Saidin et al., 2021) que promueven el desarrollo del pensamiento computacional (en adelante, PC). Sin embargo, autores como Barr et al. (2011) o Lockwood y Mooney (2017) han ido más allá y entienden que el PC favorece habilidades como: aumento de confianza ante la complejidad; persistencia ante la dificultad; tolerancia ante la ambigüedad; comunicación; trabajo en equipo; creación; y capacidad de reflexión.

La mejora de las habilidades analíticas, de las actitudes hacia la programación o el aprendizaje de contenidos STEM (Corradini et al., 2017), son también aspectos asociados al desarrollo del PC desde etapas tempranas. Sin embargo, y según la evidencia disponible hasta el momento, podríamos afirmar que todas estas ventajas o posibilidades no cuentan con el suficiente respaldo por parte de las investigaciones (Denning, 2017; Voogt et al., 2015).

Este exceso de optimismo está muy influenciado por los intentos de mostrar a los educadores (no expertos en informática) definiciones más operativas. Destaca la visión de Wing (2006) que entiende que el PC permite a los menores prepararse mejor para la vida en un mundo digital y, sobre todo, resolver problemas en cualquier campo teniendo en cuenta conceptos de las ciencias de la computación. Este tipo de definiciones y proyectos apoyados por empresas como Google o Microsoft, provocó en gran medida el resurgir del PC. Sin embargo, también generó un profundo debate (no cerrado todavía) sobre su conceptualización.

No está claro que el PC sea necesario y útil para todas las disciplinas o para cualquier persona y profesión. Otra parte fundamental pero cuestionada de estas definiciones operativas es -casi-igualar el PC a la resolución de problemas (Voogt et al., 2015). En lo que sí hay mayor consenso, es en que la relación entre la resolución de problemas y el PC es intensa, siendo lo primero un elemento diferenciador de lo segundo. Trabajos como el de Kale et al. (2018) analizan esta relación, creando marcos de referencia en los que se utiliza la resolución de problemas mediante tareas computacionales. Según los autores esto facilita la evaluación del PC. En la tabla 1 se ofrece una comparación entre ambos conceptos.

En lo que parece que la mayoría de los autores coincide es en que desde el PC se ofrece la posibilidad de encontrar soluciones utilizando los conceptos computacionales (Yusoff et al., 2021). Selby y Woollard (2013), por ejemplo, indican que el PC es un enfoque para resolver problemas incorporando procesos que utilicen la abstracción, descomposición, el diseño algorítmico y la generalización.

Tabla 1

Comparación entre la resolución de problemas y el PC (Kale et al., 2018)

Resolución de problemas	Pensamiento Computacional
Tipos de conocimientos para apoyar procesos cognitivos	Elementos del Pensamiento Computacional
Comprender y representar. Comprender una situación, información, principales características/mecanismos.	Confrontar. Definir y entender un problema encontrado.
Planear y monitorizar. Identificar restricciones, partes, variables, relaciones.	Descomponer. Dividirlo en pequeñas partes de forma lógica. Reconocer patrones entre pequeñas partes
Representar alternativas, relaciones y funciones.	Abstraer. Filtrar detalles e identificar subyacentes características o reglas.
Ejecutar. Propósito. Realizar operaciones planeadas.	Algoritmo /automatizar. Generar y automatizar los pasos para resolver un problema.
Autorregular y analizar. Verificar y reflexionar sobre la decisión, el análisis y diseño, diagnóstico/ solución.	Analizar posibles soluciones testear/depurar/resolución de problemas Analizar la adecuación de las abstracciones realizadas.

Compartiendo esta perspectiva y coincidiendo con Denning (2017) o Grover y Pea (2013), consideramos acertada la definición de Aho (2012). El autor lo entiende como “los procesos de pensamiento involucrados en la formulación de problemas para que sus soluciones puedan representarse como pasos computacionales y algoritmos” (Aho, 2012, p. 832).

La formación del profesorado en PC es otro de los aspectos que presenta carencias, tanto en la investigación como en la presencia en los planes de estudio de las titulaciones de las Facultades de Educación. Diversos estudios (González et al., 2018; Sands et al., 2018; Yadav et al., 2017) revelan que estas Facultades son lugares idóneos para que los futuros docentes reflexionen sobre sus creencias previas, conozcan los conceptos claves del PC y adopten los enfoques pedagógicos más adecuados.

En 1980 Papert ya advirtió que la falta de formación del profesorado era un enorme obstáculo para desarrollar el PC. Caeli y Yadav (2019) indican que incluso en los años 60 ya se discutía sobre la ausencia de formación en este asunto. Además, se criticaba a las Ciencias de la Computación por el enfoque seguido. Después de más de medio siglo, la formación del profesorado sigue siendo uno de los grandes interrogantes a resolver desde la investigación en PC a pesar del aumento de publicaciones, especialmente en la etapa de educación primaria (Roig-Vila y Moreno-Isac, 2020).

Teniendo en cuenta este contexto, la principal finalidad de esta investigación es conocer la percepción de docentes en formación sobre el desarrollo del PC tras la implementación del Modelo 5PC (presentado en el siguiente apartado). Las preguntas de investigación que formulamos para operativizar esta finalidad y guiar el estudio son:

- ¿Qué habilidades se pueden desarrollar con PC?

- ¿Qué rol desempeñan las actividades desenchufadas y la programación de robots en el desarrollo del PC?

Antes de mostrar el procedimiento y los resultados obtenidos en esta investigación, en el siguiente apartado tratamos de dar respuesta a una pregunta esencial: ¿cuál es la secuencia didáctica a seguir para la integración del PC en la formación del profesorado de manera eficiente?

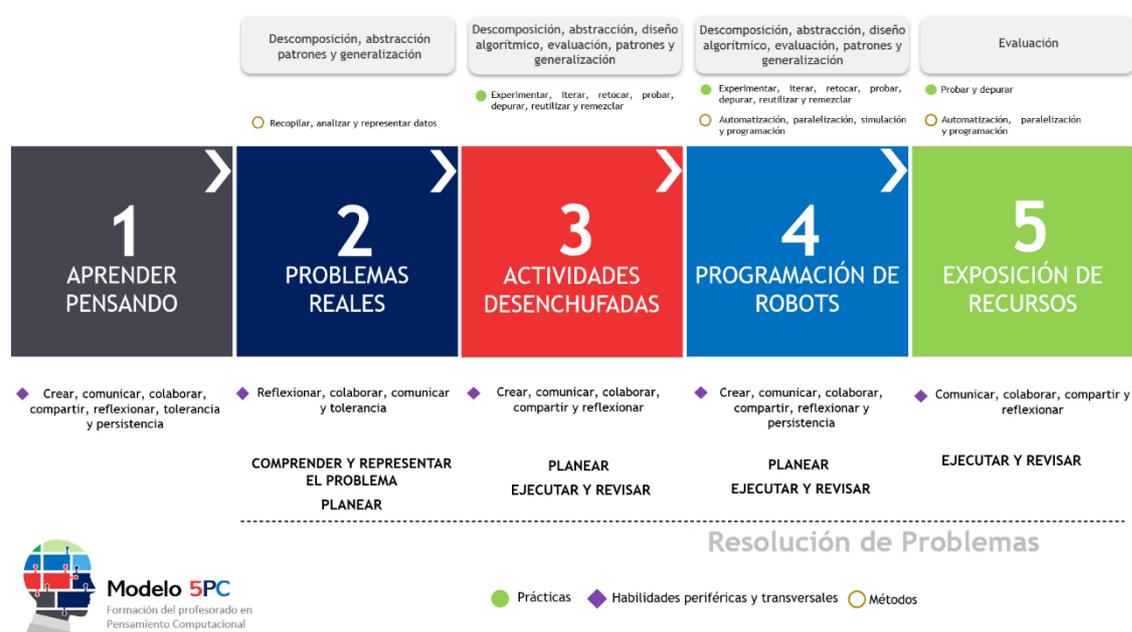
2. MODELO 5PC: FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

En este apartado proponemos una hipótesis de modelo que identifica los pasos a seguir en la integración del PC en la formación del profesorado. Este modelo supone una simbiosis entre las evidencias arrojadas en estudios previos y nuestra experiencia práctica como formadores. Además de mostrar las estrategias metodológicas más aceptadas, esta propuesta es útil para clarificar con mayor precisión qué es el PC, sus elementos, su relación con el proceso de resolución de problemas y las prácticas más utilizadas para su desarrollo. Convirtiéndolo, por lo tanto, más en una representación teórica que en una guía metodológica.

El modelo incluye 5 etapas secuenciales. En cada uno de los pasos se indican los aspectos que se van activando en relación con: los elementos, componentes o procesos cognitivos del PC; las prácticas típicas utilizadas en la implementación de soluciones basadas en máquinas informáticas; los métodos o enfoques operativos ampliamente utilizados por los científicos de la computación; y los pasos del proceso de resolución de problemas. Todas estas relaciones quedan reflejadas en la figura 1.

Figura 1

Formación del profesorado en pensamiento computacional: modelo 5PC



2.1. Aprender pensando

La metodología a seguir es determinante. Antes de comenzar a trabajar el PC con los estudiantes es preferible que ya tengan una formación amplia sobre pedagogía y tecnología educativa. Deben estar habituados a “aprender pensando” con el uso de una metodología basada en habilidades de creación, comunicación, colaboración, reflexión, tolerancia y persistencia. Si el estudiante tiene limitaciones en estas habilidades afectará negativamente al aprovechamiento del PC como futuro docente.

Aprender pensando supone pensar y reflexionar sobre las experiencias de aprendizaje. Es más que “hacer cosas”. La acción se convierte en un ingrediente esencial para que el aprendiz construya su conocimiento mediante la experimentación creativa, la elaboración de objetos sociales, productos y la interacción activa con su contexto próximo. El estudiante debe reflexionar sobre su propia experiencia con el uso de habilidades analíticas y la toma de decisiones para la resolución de problemas reales.

2.2. Problemas reales

En la etapa de “aprender pensando” hemos presentado la importancia de situar activamente al estudiante en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, pero el rol del docente es clave. Debe guiar y supervisar todo el proceso. Su papel es fundamental, por ejemplo, en el planteamiento y el diseño del tema o problemas de la vida real que posteriormente deben ser la base del trabajo de los estudiantes. Para los futuros docentes resulta muy motivador poder colaborar con centros educativos y poner en práctica de inmediato la formación que van recibiendo en las asignaturas para transformarla en conocimiento. Abordar problemas o necesidades reales en centros educativos podrá mejorar el compromiso con las tareas posteriores y aumentar el sentimiento de responsabilidad de aprendizaje en los estudiantes, tal y como presentamos en Sánchez et al. (2020).

Los problemas planteados deben estructurarse de manera abierta. Su diseño es responsabilidad de los profesores participantes en estas experiencias (docentes universitarios y docentes de educación primaria). Los problemas planteados deben tener un grado de dificultad importante, estar vinculados con aprendizajes previos, ser globales y abiertos. Deben fomentar la motivación del aprendiz para la búsqueda de información y por supuesto, deben responder a los intereses y necesidades del alumnado.

Un elemento fundamental es el trabajo en pequeños grupos (entre 5-6 estudiantes como máximo). La resolución de problemas debe promover la cooperación y generar discusión en el grupo. La reflexión del proceso de aprendizaje realizada en grupo aumenta su correcta asimilación y la probabilidad de transferir aprendizajes a contextos diferentes (Ruiz, 2020). De esta manera, los estudiantes universitarios no solamente aprenden a resolver problemas, sino que desarrollan habilidades de dar y recibir críticas de mejora puesto que tienen la oportunidad de compartir, contrastar y discutir sus ideas con sus iguales y con el docente.

En este paso los estudiantes deben comprender el problema, representarlo, definirlo, entenderlo e identificar sus puntos claves.

2.3. Actividades desenchufadas

La realización de tareas desconectadas/desenchufadas (*unplugged* en inglés) favorece la comprensión de los conceptos asociados al PC y permite reflexionar sobre las creencias previas de los estudiantes en relación con este término (Brackmann et al., 2017; Delal y Oner, 2020). Estas actividades son muy útiles también para ubicar correctamente el papel que tiene la programación y la codificación. Es recomendable separar claramente estos conceptos del de PC en las actividades que se realicen en esta fase. El objetivo es que el alumnado comprenda cuáles son los elementos del PC, las prácticas y métodos para desarrollarlo y las habilidades periféricas asociadas al mismo.

2.4. Programación de robots

Debido a su bajo coste y posibilidades, herramientas como Makey Makey¹ o Scratch² son interesantes para realizar un acercamiento amigable a la programación, derribar posibles creencias erróneas y mejorar la confianza de los estudiantes. Esta estrategia puede ser un excelente paso previo antes de introducir otro tipo de robots más sofisticados y así favorecer un posible uso más avanzado de la programación. Es importante señalar que entendemos que un robot es una tecnología que es capaz de tomar decisiones en función de una programación previa y gracias al uso de sensores y actuadores.

La elección del robot es una compleja tarea que el docente debe asumir antes. Se recomienda elegir un robot en función de su precio, versatilidad, funcionalidad y los ejemplos existentes de su uso. Tras su montaje, el docente puede plantear una serie de retos para que los estudiantes los resuelvan y comiencen a conocer las diferentes posibilidades. Pueden encender luces de colores, emitir sonidos, realizar desplazamientos, evitar obstáculos, seguir líneas marcadas en el suelo, etc.

Los docentes en formación tienen que resolver problemas técnicos de manera colaborativa. Podrán programar de manera abierta los robots explorando aquellas funciones que despierten su curiosidad. Pero, sobre todo, deben diseñar, explorar, crear, experimentar y reflexionar sobre los problemas reales planteados en el paso 2. Una vez que se han realizado múltiples pruebas para “conocer” al robot y su entorno de programación, es momento de diseñar actividades que se ajusten a las necesidades planteadas desde un contexto concreto.

Estas actividades serán en sí mismas un recurso útil para docentes de primaria. Además, abordarán diferentes contenidos de varias disciplinas desde una metodología de aprender pensando. Es recomendable que además del diseño propio de las actividades, lleven asociadas la creación de recursos (maquetas, paneles, etc.) que puedan ser reutilizados por los docentes en servicio. Esto abordará dos objetivos: a) cubrir una necesidad mostrada por docentes ante

¹ Web: <https://makeymakey.com/>

² Web: <https://scratch.mit.edu/>

la ausencia de materiales; b) aumentar la motivación de los futuros docentes al crear recursos útiles en contextos reales.

2.5. Exposición de recursos

Una vez creadas las actividades y los recursos, es determinante que los estudiantes puedan testar sus materiales en contextos reales. Existen múltiples opciones. Una de las más interesantes es promover visitas de los estudiantes universitarios a los colegios -o viceversa- en pequeños o en gran grupo. Este tipo de experiencias³ disparan la motivación de los estudiantes durante todo el proceso y aumenta el sentimiento de responsabilidad al tener enfrentarse a una audiencia muy exigente: los estudiantes de educación primaria.

Independientemente del formato que se siga, en este paso es fundamental que los docentes en formación comuniquen sus productos finales. Normalmente serán propuestas didácticas y recursos útiles para los centros educativos. Esta comunicación también puede realizarse con la grabación de vídeos, por ejemplo. Lo determinante es compartir los recursos creados y llegar al contexto educativo real desde el que se plantearon los diferentes problemas.

3. MÉTODO

3.1. Diseño de la investigación y participantes

En este estudio exploratorio, combinado con un análisis descriptivo, se ha seguido un enfoque mixto, permitiendo tener una perspectiva más amplia y compleja de la realidad estudiada (Hernández et al., 2010). De esta manera hemos podido triangular la información obtenida, contrastando y verificando los resultados (Vallejo y de Franco, 2009).

La población objeto de estudio son los futuros docentes de educación primaria, concretamente estudiantes de primer curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Murcia. La muestra participante ha sido seleccionada mediante la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia. Aunque no permite hacer inferencias ni desarrollar conclusiones generalizables al resto de la población de estudio, sí permite lograr evidencias para el logro de los objetivos marcados en esta investigación, permitiendo su replicabilidad en otros contextos similares.

Participaron 63 estudiantes (69.8% mujeres y el 30.2% hombres) de un total de 72 matriculados en una asignatura de la disciplina de tecnología educativa. El 90.5% se encuentra entre los 18 y 25 años, estando el rango de edad entre 18 y 49 años.

³ Ejemplo de encuentro intergeneracional en <https://youtu.be/FwHExmP6DCK>

3.2. Instrumentos de recogida de información

Teniendo en cuenta la literatura sobre la temática y los objetivos de investigación, se hizo necesario diseñar un cuestionario⁴ *ad hoc* de 21 ítems. Las dimensiones de análisis y variables están presentadas en la tabla 2. Todos los ítems son de respuesta cerrada a excepción del referido a la edad. De los 20 ítems cerrados, tres de ellos son de respuesta dicotómica, dos de respuesta múltiple con la posibilidad de seleccionar más de una opción y en el resto se emplea la escala tipo Likert.

Tabla 2. Relación de dimensiones, variables y correspondencia con las preguntas del cuestionario del profesorado

Preguntas	Dimensión	Variables
1-2	Datos sociodemográficos	Sexo, edad, experiencia previa
3 y 3.1. 4 y 4.1.	Experiencias previas de formación en programación y robótica	Formación previa en programación de robots
5-6-7-8	Efectividad del enfoque desenchufado	Comprensión del concepto del PC, comprensión del concepto de programación, entender cómo funciona un ordenador, entender habilidades y elementos del PC
9-10-11-12-15	Efectos del desarrollo del PC en otras habilidades	Creatividad, estrategias de resolución de problemas, conectar con la realidad, habilidades de trabajo en equipo, habilidades de comunicación, utilidad en asignaturas
13,14,16	Áreas de integración	Trabajo interdisciplinar, asignaturas STEM, en cualquier asignatura
17,18,19	Estrategias de ayuda para aprender a programar robots	Uso de tutoriales, apoyo en compañeros/as de clase, recursos del profesor

El valor Alfa de Cronbach de 0.859 indica que el instrumento es fiable. En relación con la validez, el análisis factorial exploratorio muestra evidencias sobre su estructura interna puesto que, de los tres factores extraídos, la varianza total es de 62.8%.

La segunda técnica de recogida de información consiste en la realización de un grupo de discusión en el que participaron 14 estudiantes y el moderador (profesor de la asignatura y uno de los autores firmantes en este artículo). Cada grupo de trabajo (entre 5-6 personas) estuvo representado de manera voluntaria por uno de sus miembros.

Este tipo de entrevista grupal especial es una técnica reactiva y semidirigida que fue realizada una vez que las tareas de los estudiantes fueron evaluadas por el docente. Tuvo una duración total de 32 minutos y se realizó en horario de clase. Con esta técnica se ha podido obtener

⁴ Disponible en: <https://encuestas.um.es/encuestas/MiQ40Tg.w>

material cualitativo para triangular parte de la información recogida en el cuestionario. Tanto para el diseño como para su realización se siguieron las recomendaciones de Tojár (2006).

El objetivo era conocer las opiniones de los participantes acerca de las actividades realizadas sobre PC, programación y robótica. Se diseñaron una serie de preguntas con el fin de estudiar las mismas dimensiones y variables del cuestionario anterior (tabla 2). En la tabla 3 mostramos la guía de preguntas semiestructuradas que finalmente se utilizaron. Se indican las preguntas de calentamiento, centrales y cierre, que sirvieron para dinamizar el grupo de discusión y aquellas no diseñadas en un principio pero que surgieron durante la dinámica.

Tabla 3

Relación de dimensiones, variables y correspondencia con las preguntas del cuestionario del profesorado

Tipo de pregunta	Variable	Pregunta	Diseñadas antes de la sesión
Calentamiento	Experiencia previa	En el caso de haberla tenido, ¿cómo fue vuestra experiencia previa sobre el desarrollo del PC, la programación y la robótica?	Sí
Central	Efectividad del enfoque desenchufado	¿Las actividades desenchufadas os ayudaron a entender qué es el PC?	Sí
Central	Efectos del desarrollo del PC en otras habilidades	¿Para qué puede servir desarrollar el PC en primaria?	Sí
Central	Efectos del desarrollo del PC en otras habilidades	¿Para el trabajo en equipo?	No
Central	Efectos del desarrollo del PC en otras habilidades	¿Cómo habéis repartido los roles?	No
Central	Áreas de integración	¿Desarrollar PC es útil en asignaturas STEM? ¿Y en el resto?	Sí
Central	Estrategias de ayuda para aprender a programar robots	¿Cómo habéis aprendido a usar el robot?	Sí
Cierre	Estrategias de ayuda para aprender a programar robots	¿Tiempo suficiente para trabajar las dos actividades?	No
Cierre	Estrategias de ayuda para aprender a programar robots	¿El robot resta tiempo y esfuerzo en la calidad de la actividad?	No
Cierre	Estrategias de ayuda para aprender a programar robots	¿Hubo conflictos en los grupos?	No
Cierre	Estrategias de ayuda para aprender a programar robots	En un centro de primaria con tiempo, ¿incluiríais los robots? ¿Es importante?	Sí

3.3. Procedimiento

Antes de cumplimentar el cuestionario y realizar el grupo de discusión, todos los estudiantes recibieron formación específica sobre el PC, la programación y la robótica educativa. Tras la

introducción y explicación previa de los conceptos clave por parte del docente se realizaron dos tareas. En la primera⁵, se iniciaron en actividades sobre PC desenchufado y en la programación sin robots. En la segunda⁶, la estrategia de robótica educativa fue la protagonista al tener que diseñar propuestas⁷ didácticas para estudiantes de educación primaria.

Finalizada la experiencia, 63 estudiantes cumplimentaron de manera telemática el cuestionario a través de la herramienta “Encuestas” de la Universidad de Murcia. Los participantes tuvieron un plazo de dos semanas para su cumplimentación.

4. RESULTADOS

A continuación, mostramos los resultados más relevantes tanto del cuestionario como del grupo de discusión teniendo en cuenta las dimensiones de estudio. Para el primero se ha realizado un análisis descriptivo de las variables mediante el uso de frecuencias.

Los datos del cuestionario fueron extraídos en formato Excel y tabulados en una matriz del programa IBM SPSS Statistics 25 (versión para Windows).

4.1. Experiencia previa de formación en programación y robótica

El 31.8% había tenido algún tipo de contacto previo con la programación (figura 2). Dentro de este porcentaje, la mayoría (80%) asegura haber tenido experiencias en el instituto. Ninguno de ellos afirma haberlas tenido durante la etapa de educación primaria (figura 3).

Figura 2

Experiencia previa en programación.

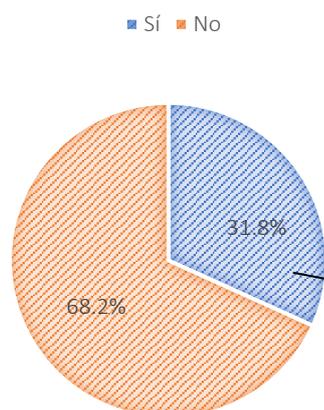
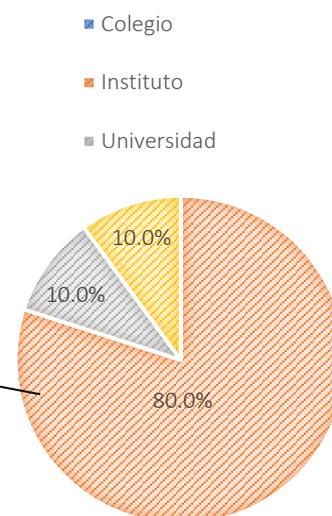


Figura 3

Tipo de centro donde se realizó la experiencia



⁵ Disponible en: <https://is.gd/ISSFKS>

⁶ Disponible en: <https://is.gd/ISSFKS>

⁷ Disponibles en: <https://joseluiserrano.net/retos/actividades-con-robots/>

En relación con las experiencias previas de aprendizaje con robots, solamente el 14.3% afirma haber tenido alguna (figura 4). Dentro de este porcentaje, el 77.8% indica que las tuvieron en la universidad. Ninguno de ellos afirma haber realizado experiencias de uso de robots en el instituto (figura 5).

Figura 4

Experiencia previa con robots

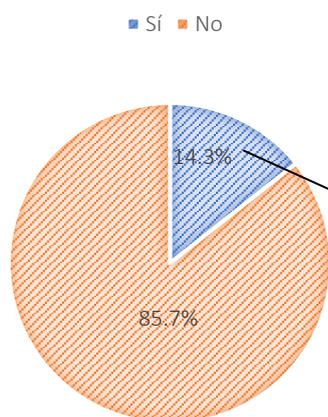
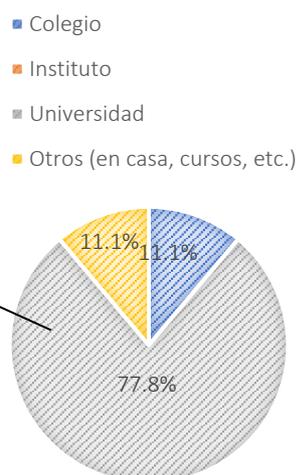


Figura 5

Tipo de centro donde se realizó la experiencia previa con robots



4.2. Efectividad percibida del enfoque desenchufado

El 82.5% está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que diseñar actividades desenchufadas sirve para entender lo que significa el PC. En la primera tarea que realizaron los estudiantes replicaban una actividad y en la segunda, tenían que crear una nueva. Según información recogida en el grupo de discusión, los estudiantes recomiendan seguir utilizando en el futuro las dos:

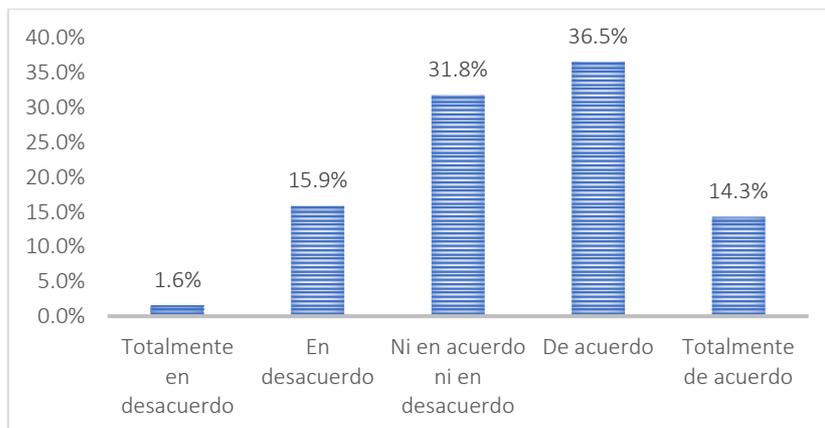
“Nos ayudó a seguir la que ya estaba propuesta” (3:24).

“Pienso que se entiende mejor lo que es cuando tienes que hacerlo tú porque lo tienes que aplicar” (4:05).

El 77.7% de los encuestados afirma estar de acuerdo o totalmente de acuerdo en que este enfoque desenchufado sirve para entender el concepto de programación. En un porcentaje similar, el 75.8% considera que las actividades desenchufadas permiten entender los elementos y habilidades asociadas al PC. En cuanto a si la realización de tareas desenchufadas es útil para entender cómo funciona un ordenador, los datos muestran cierta dispersión (figura 6). Aunque el 36.5% está de acuerdo con esta afirmación, observamos que un 47.7% muestra indiferencia o está en desacuerdo.

Figura 6

Realizar actividades desenchufadas sirve para entender cómo funciona un ordenador

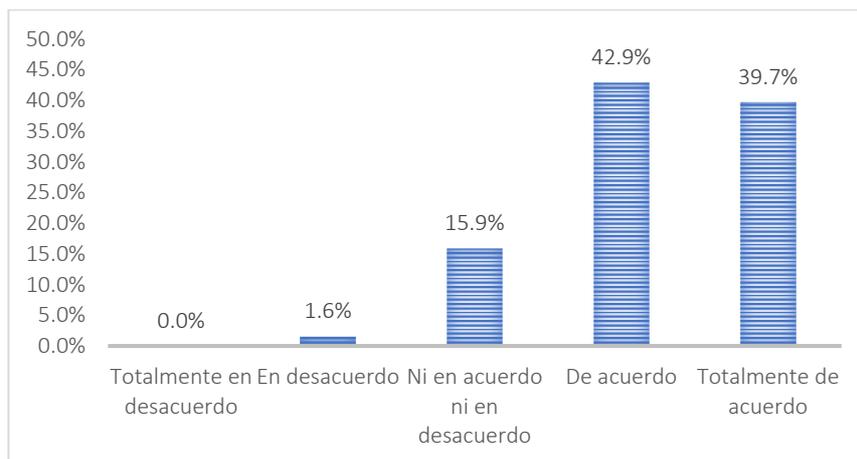


4.3. Efectos percibidos del desarrollo del PC en habilidades periféricas

El 90.5% está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que el desarrollo del PC va unido a la mejora de las capacidades creativas. Otra habilidad que diversos estudios sugieren que va ligada al desarrollo del PC es la resolución de problemas. En relación con este tema, el 82.6% de la muestra está de acuerdo o totalmente de acuerdo (figura 7).

Figura 7

Desarrollo del PC y su relación con las habilidades de resolución de problemas



En este sentido, y según información recogida en el grupo de discusión:

“A la hora de resolver problemas permite organizar mejor cómo hacerlo. Tener un pensamiento algorítmico de paso a paso ayudar a ejecutar un plan. Y cuando tienes una manera de resolver el problema lo aplicas en otras ocasiones” (7:30).

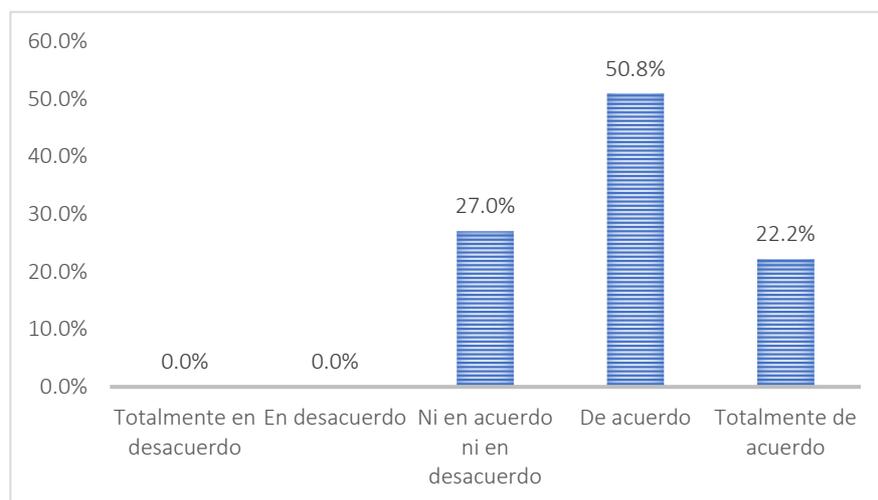
Para el 80.9% desarrollar el PC supone conectar con la realidad. Un 19.1% indica ni estar de acuerdo ni en desacuerdo con esta afirmación. Si analizamos la mejora de las habilidades de

trabajo en equipo mediante el desarrollo del PC, el 90.3% está de acuerdo o totalmente de acuerdo. Tan solo un 1.6% se muestra en desacuerdo y un 8.1% se mantiene neutral.

El desarrollo de la comunicación es la última de las habilidades analizadas. Encontramos que la mayoría indica que el PC favorece esta habilidad, aunque existe un porcentaje importante que ni está de acuerdo ni en desacuerdo con esta posibilidad (figura 8).

Figura 8

Desarrollo del PC y mejora las habilidades comunicativas



4.4. Áreas para integrar el pensamiento computacional en las aulas

El 90.2% está de acuerdo o totalmente de acuerdo en que desarrollar el PC permite trabajar de manera interdisciplinar. Para los participantes es útil en asignaturas STEM (el 80.9% está de acuerdo o totalmente de acuerdo) o en cualquier asignatura (71.5% se muestra de acuerdo o totalmente de acuerdo, el 6.3% en desacuerdo y el 22.2% ni de acuerdo ni en desacuerdo). Estos datos coinciden con lo indicado en el grupo de discusión:

“En todas las actividades que hemos hecho las hemos creado de forma interdisciplinar” (9:14).

4.5. Estrategias de ayuda para aprender a programar robots

El 73% de estudiantes aprendió a programar el robot gracias al uso de tutoriales de Internet. Un porcentaje (74.2%) muy similar indica que los recursos proporcionados por el docente también sirvieron de ayuda. Sin embargo, la principal ayuda que encontró el alumnado para este fin la tienen en sus compañeros de clase (85.7%), coincidiendo con información recogida durante el grupo de discusión:

“Hablar con los compañeros de otros grupos ha sido clave. Hemos buscado colaboración en los expertos programadores de otros grupos” (10:22).

Uno de los aspectos interesantes que recoge el grupo de discusión, y no el cuestionario, tiene que ver con la dificultad de uso técnico y su relación con el diseño de la actividad. Los

estudiantes consideran que en muchas ocasiones los problemas técnicos generaban un alto estrés en el grupo, provocando conflictos. Además, influía notablemente en la calidad del diseño didáctico de las actividades:

“Tenemos que pensar tanto en el robot y en sus problemas que te resta tiempo para el diseño de la actividad” (20:30).

“Cuando teníamos problemas muchos se cansaban y tiraban la toalla. Mirábamos a ver quién buscaba la solución” (22.30).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este apartado mostramos las principales conclusiones obtenidas en este estudio y su relación con las evidencias arrojadas por investigaciones anteriores. Para tal fin, retomamos dos las preguntas de investigación.

5.1. ¿Qué habilidades se pueden desarrollar con el PC?

Los futuros docentes consideran que desarrollar el PC permite mejorar la creatividad, coincidiendo con uno de los beneficios más repetidos en estudios previos (Allsop, 2019; Arranz y Pérez, 2017; Gabriele et al., 2019; Sáez y Cózar, 2016; Seo y Kim, 2016; Wong y Cheung, 2018). Las habilidades asociadas a la resolución de problemas también obtienen valoraciones positivas, manifestada previamente en otros trabajos (Allsop, 2019; Arranz y Pérez, 2017; Kale et al., 2018; Saidin et al., 2021; Wong y Cheung, 2018). Este resultado es coherente con las definiciones más importantes sobre el concepto de PC, ya que la resolución de problemas es el proceso cognitivo común en todas ellas (Aho, 2012; Selby y Woollard, 2013; Wing, 2006).

Por otro lado, en este estudio se evidencia que el desarrollo del PC conlleva una mejora de las habilidades cooperativas y de trabajo en equipo. Estos resultados coinciden con los obtenidos en estudios anteriores (Allsop, 2019; Arranz y Pérez, 2017; Barr et al., 2011; Gabriele et al., 2019; Lockwood y Mooney, 2017; Stewart et al., 2021). Este hecho pone de manifiesto, además, otro hallazgo del presente trabajo: la idoneidad de la realización de experiencias computacionales de forma cooperativa como un método efectivo para desarrollar el PC entre los estudiantes. Hallazgo que está en consonancia con los resultados de los trabajos de Seo y Kim (2016) o el de Sentance y Csizmadia (2016).

Varios estudios (Allsop, 2019; Barr et al., 2011; Gabriele et al., 2019; Lockwood y Mooney, 2017; Sáez y Cózar, 2016) también coinciden con los resultados obtenidos en nuestra investigación en que el desarrollo del PC implica el desarrollo de habilidades comunicativas. Finalmente, otros estudios explicitan el desarrollo de otras habilidades que no se han tenido en cuenta en el presente trabajo y que son de interés en futuros trabajos: el pensamiento crítico (Wong y Cheung, 2018), pensamiento reflexivo y lógico (Arranz y Pérez, 2017) y actitudes como la perseverancia (Allsop, 2019; Lockwood y Mooney, 2017).

5.2. ¿Cuál es el papel en el desarrollo del PC de las actividades desenchufadas y la programación de robots?

Actualmente encontramos una doble tendencia en la integración del PC en la escuela: una en la que se emplean herramientas como la programación informática o de robots y otra en la que no se hace uso de dispositivos tecnológicos (PC desenchufado). La primera tendencia es más frecuente que la segunda. De esta manera se desaprovechan beneficios que ofrece el enfoque desenchufado, como, por ejemplo, la reducción de la brecha digital y las desigualdades entre centros que cuentan con recursos tecnológicos y buenas condiciones de conexión o electricidad y los que no (Brackmann et al., 2017).

En este estudio se evidencian los resultados positivos de las actividades desenchufadas. Los participantes han podido entender el concepto de PC a través de la realización de este tipo de tareas, así como sus elementos y habilidades asociadas. Además, muchos participantes afirman que también les ha servido para entender lo que es la programación. Donde los datos no son nada concluyentes es en si el desarrollo de este tipo de tareas les ha servido para entender cómo funciona un ordenador. Hecho que puede deberse a que el funcionamiento de un ordenador implica más cuestiones que los componentes que activa el PC, por ejemplo, la parte del hardware. Estos resultados positivos del PC desenchufado están en consonancia con los obtenidos en otros trabajos anteriores (Brackmann et al., 2017; Delal y Oner, 2020; Huang y Looi, 2020; del Olmo-Muñoz et al., 2020; Weigend et al., 2019). No obstante, la tendencia generalizada de las investigaciones que implican el desarrollo del PC es emplear la programación o la robótica educativa. Este hecho se puede observar en trabajos previos (Pugnali et al., 2017; Repenning et al., 2015; Seo y Kim, 2016; Witherspoon et al., 2016; Wong y Cheung, 2018). En dos metaanálisis (Merino-Armero et al., 2021 y Sun et al., 2021) concluyen que la programación de robots es la herramienta de aprendizaje más eficiente para desarrollar el PC en la etapa de educación primaria.

En el presente estudio se pone de manifiesto que la formación de los futuros docentes de educación primaria en esta temática es escasa. Conclusión que está en consonancia con otros trabajos anteriores (Bustillo, 2015; Gabriele et al., 2019; González et al., 2018; Sentance y Csizmadia, 2016; Yadav et al. 2017). No obstante, tras realizar esta experiencia de formación docente, los resultados y percepciones de los docentes mejoran considerablemente, dejando un panorama alentador.

En conclusión y según nuestro estudio, la creatividad, la resolución de problemas, las habilidades cooperativas y comunicativas, son las habilidades periféricas que más se activan cuando se desarrolla el PC siguiendo las pautas del modelo 5PC. Además, constatamos que las actividades sin tecnología permiten comprender los conceptos de PC y la programación siempre y cuando se integren al principio. Sin embargo, no son útiles para entender el funcionamiento de un ordenador.

El modelo 5PC puede ser un excelente punto de partida para establecer una secuencia didáctica para la integración del PC en la formación del profesorado, cubriendo así una de las limitaciones detectadas en estudios previos. Con este modelo, los formadores y aprendices pueden saber qué elementos o procesos cognitivos del PC están activando en cada paso, las estrategias didácticas más útiles, los pasos utilizados en el proceso de resolución de problemas y las habilidades desarrolladas.

Será necesaria la validación del modelo 5PC en próximas investigaciones que se realicen en contextos diferentes para acumular mayores evidencias de su utilidad contando con muestras más variadas. También sería conveniente realizar la validación de los instrumentos, añadir pruebas complementarias (como grabaciones en vídeo), pruebas de control para mejorar la fiabilidad de la investigación y controlar variables extrañas que puedan estar afectando a estos resultados e ir más allá de la percepción de los participantes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aho, A.V. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832-835. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
- Allsop, Y. (2019). Assessing Computational Thinking Process using a Multiple Evaluation Approach. *International Journal of Child-Computer Interaction*. 19, 30-55. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.10.004>
- Arranz, H., y Pérez, A. (2017). Evaluación del Pensamiento Computacional en Educación. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE)*, (3), 25-39. <https://doi.org/10.6018/riite/2017/267411>
- Barr, D., Harrison, J., y Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23. <https://bit.ly/3sBp8yd>
- Brackmann, C.P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., y Barone, D. (2017, 8-10 noviembre). *Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School* [Acta]. 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE), Nijmegen, Netherlands. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137069>
- Bustillo, J. (2015). Formación del profesorado con scratch: análisis de la escasa incidencia en el aula. *Opción*, 31(1), 164-182. <https://bit.ly/32uLORi>
- Caeli, E.N., y Yadav, A. (2019). Unplugged Approaches to Computational Thinking: a Historical Perspective. *TechTrends*, 64, 29-36. <https://doi.org/10.1007%2Fs11528-019-00410-5>
- Corradini, I., Lodi, M., y Nardelli, E. (2017). Conceptions and Misconceptions about Computational Thinking among Italian Primary School Teachers. Proceedings of the 2017 ACM Conference on International Computing Education Research - ICER '17, 136-144. <https://doi.org/10.1145/3105726.3106194>
- del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., y González-Calero, J.A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education. *Computers & Education*, 150(1), 103832. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103832>
- Delal, H., y Oner, D. (2020). Developing Middle School Students' Computational Thinking Skills Using Unplugged Computer Activities. *Informatics in Education*, 19(1), 1-13. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.01>

- Denning, P.J. (2017). Remaining Trouble Spots with Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 60(6), 33-39. <https://doi.org/10.1145/2998438>
- Gabriele, L., Bertacchini, F., Tavernise, A., Vaca-Cárdenas, L., Pantano, P., y Bilotta, E. (2019). Lesson Planning by Computational Thinking Skills in Italian Pre-service Teachers. *Informatics in Education*, 18(1), 69-104. <https://doi.org/10.15388/infedu.2019.04>
- González, J., Estebanell, M., y Peracaula, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 29-45. <https://doi.org/10.14201/eks20181922945>
- Grover, S., y Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- Huang, W., y Looi, C.-K. (2020). A critical review of literature on "unplugged" pedagogies in K-12 computer science and computational thinking education. *Computer Science Education*, 1-29. <https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1789411>
- Kale, U., Akcaoglu, M., Cullen, T., Goh, D., Devine, L., Calvert, N., y Grise, K. (2018). Computational What? Relating Computational Thinking to Teaching. *TechTrends*, 62(6), 574-584. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0290-9>
- Lockwood, J., y Mooney, A. (2017). *Computational Thinking in Education: Where does it fit? A systematic literacy review*. <https://bit.ly/2RCrgJl>
- Merino-Armero, J. M., González-Calero, J. A., y Cózar-Gutiérrez, R. (2021). Computational thinking in K-12 education. An insight through meta-analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-26. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1870250>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Moreno, J., Robles, G., Román, M. y Rodríguez, J. D. (2019). Not the same: a text network analysis on computational thinking definitions to study its relationship with computer programming. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (7). <https://doi.org/10.6018/riite.397151>
- Pugnali, A., Sullivan, A., y Bers, M.U. (2017). The Impact of User Interface on Young Children's Computational Thinking. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16, 171-193. <https://bit.ly/3gmt0AQ>
- Repenning, A., Webb, D.C., Koh, K.H., Nickerson, H., Miller, S.B., Brand, C., Her Many Horses, I., Basawapatna, A., Gluck, F., Grover, R., Gutierrez, K., y Repenning, N. (2015). Scalable Game Design: A Strategy to Bring Systemic Computer Science Education to Schools through Game Design and Simulation Creation. *ACM Transactions on Computing Education*, 15(2), 11. <https://doi.org/10.1145/2700517>

- Roig-Vila, R., y Moreno-Isac, V. (2020). El pensamiento computacional en Educación. Análisis bibliométrico y temático. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63), 5. <https://doi.org/10.6018/red.402621>
- Ruiz, H. (2020). ¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza. Editorial Graó.
- Sáez, J.M., y Cózar, R. (2016). Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria. *Educar*, 53(1), 129-146. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.841>
- Saidin, N. D., Khalid, F., Martin, R., Kuppusamy, Y. y Munusamy, N. A. (2021). Benefits and Challenges of Applying Computational Thinking in Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(5), 248-254. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.5.1519>
- Sánchez, M.M., Serrano, J.L. y Solano, I.M. (2020). Establecer puentes entre la universidad y la escuela. *Hisparob*. <http://hdl.handle.net/10201/91261>
- Sands, P., Yadav, A., y Good, J. (2018). Computational Thinking in K-12: In-service Teacher Perceptions of Computational Thinking. En M. S. Khine (Ed.), *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 151-164). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9_8
- Selby, C., y Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The Developing Definition* [Artículo]. Special Interest Group on Computer Education (SIGCSE, 2014), Atlanta, Georgia, Estados Unidos.
- Sentance, S., y Csizmadia, A. (2016). Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher's perspective. *Education and Information Technologies*, 22, 469-495. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9482-0>
- Seo, Y.-H., y Kim, J.-H. (2016). Analyzing the Effects of Coding Education through Pair Programming for the Computational Thinking and Creativity of Elementary School Students. *Indian Journal of Science and Technology*, 9 (46), 1-5. <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i46/107837>
- Stewart, W. H., Baek, Y., Kwid, G. y Taylor, K. (2021). Exploring Factors That Influence Computational Thinking Skills in Elementary Students' Collaborative Robotics. *Journal of Educational Computing Research*. <https://doi.org/10.1177/0735633121992479>
- Sun, L., Hu, L. y Zhou, D. (2021). Which way of design programming activities is more effective to promote K-12 students' computational thinking skills? A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12545>
- Tojár, J.C. (2006). *Investigación cualitativa. Comprender y actuar*. La Muralla.
- Vallejo, R., y de Franco, M.F. (2009). La triangulación como procedimiento de análisis para investigaciones educativas. *Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social (REDHECS)*, 7(4), 117-133. <https://bit.ly/3n56Bt5>

- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., y Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- Weigend, M., Vaníček, J., Pluhár, Z., y Pesek, I. (2019). Computational Thinking Education through Creative Unplugged Activities. *International Olympiads in Informatics Journal (IOI)*, 13, 171-192. <https://doi.org/10.15388/ioi.2019.11>
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35. <http://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Witherspoon, E.B., Schunn, C.D., Higashi, R.M., y Baehr, E.C. (2016). Gender, interest, and prior experience shape opportunities to learn programming in robotics competitions. *International Journal of STEM Education*, 3(18), 18. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0052-1>
- Wong, G.K.-W., y Cheung, H.-Y. (2018). Exploring children's perceptions of developing twenty-first century skills through computational thinking and programming. *Interactive Learning Environments*, 28(4), 438-450. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1534245>
- Yadav, A., Stephenson, C., y Hong, H. (2017). Computational Thinking for Teacher Education. *Communications of the ACM*, 60(4), 55-62. <https://doi.org/10.1145/2994591>
- Yusoff, K.M., Ashaari, N.S., Wook, T.S. y Ali, N.M. (2021). Validation of the components and elements of computational thinking for teaching and learning programming using the fuzzy Delphi Method. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(1), 80-88. <https://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0120111>

Para citar este artículo:

Serrano, J. L., y Ortuño, G. (2021). Percepciones del profesorado en formación sobre el desarrollo del pensamiento computacional desde el Modelo 5PC. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (78), 212-230. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.78.2173>