

## **Formación en pensamiento computacional para futuros docentes**

**Carmen Campos<sup>1</sup>, Pascual D. Diago<sup>1</sup>, David Arnau<sup>1</sup>, Juan Gutiérrez Soto<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> Departamento de Didáctica de la Matemática, Universitat de València, Avda. Tarongers, 4, 46022, Valencia, Spain, e-mail: carmen.campos-gonzalez@uv.es.*

### **Training in Computational Thinking for Preservice Teachers**

#### **RESUMEN**

El Pensamiento Computacional (PC) se refiere a la capacidad para plantear y resolver problemas utilizando estrategias habitualmente empleadas en informática. Los procesos mentales del PC no se limitan únicamente a la programación, sino que incluyen habilidades como la descomposición, la abstracción, la identificación de patrones o la creación de algoritmos. La nueva ley educativa (LOMLOE) incluye el PC como una de las habilidades fundamentales que deben ser desarrolladas por el alumnado e incorpora competencias específicas dentro del área de matemáticas relacionadas con el PC. En este contexto, la formación del profesorado es fundamental para asegurar la adecuada transferencia de esta competencia a los estudiantes. En este trabajo se presenta una intervención llevada a cabo en varios grupos de dos asignaturas de didáctica de la matemática del Grado en Maestro/a en Educación Primaria de la Universitat de València. Esta formación ha sido diseñada para mejorar la competencia en pensamiento computacional de los futuros docentes. Como consecuencia, el alumnado que ha recibido la formación ha podido profundizar en las diferentes habilidades asociadas con el pensamiento computacional y desarrollar competencias que les permitirán llevar a cabo proyectos de aula para promover el desarrollo del PC de sus futuros alumnos y alumnas.

**Palabras clave:** pensamiento computacional, resolución de problemas, programación, formación futuros maestros.

#### **ABSTRACT**

Computational Thinking (CT) refers to the ability to propose and solve problems using strategies commonly employed in computer science. The mental processes involved in CT are not limited solely to coding but also include skills such as

decomposition, abstraction, pattern recognition, and algorithm creation. The new Spanish educational law (LOMLOE) includes CT as one of the fundamental skills that must be developed and incorporates specific competencies within the area of mathematics related to CT. In this context, teacher training is essential to ensure the proper transfer of this competency to students. This paper presents an intervention carried out in several groups of two didactics of mathematics courses in the Primary Education Degree at the University of Valencia. This training has been designed to improve the computational thinking skills of future teachers. As a result, the students have been able to delve into the different skills associated with computational thinking and develop competencies that will enable them to carry out classroom projects to promote the development of CT in their future students.

**Keywords:** computational thinking, problem solving, programming, preservice teacher training.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de pensamiento computacional (PC) fue introducido por Wing [6] refiriéndose a la capacidad para plantear y resolver problemas utilizando estrategias propias de la computación. Según la misma autora en [7], el PC se define como “los procesos mentales involucrados en formular un problema y expresar su solución de manera que pueda ser ejecutada de forma eficiente por una computadora, ya sea humana o máquina”. Este enfoque de razonamiento implica un conjunto de habilidades, como la capacidad de descomponer problemas complejos en partes más manejables, el reconocimiento de patrones, la abstracción de conceptos y la creación de algoritmos, que facilitan la resolución de problemas de manera sistemática y eficiente.

Según destaca Bers en su informe [2], ha habido una tendencia mundial en fomentar las habilidades asociadas al PC y en introducir conceptos de programación desde la educación preescolar, ya que estas competencias son esenciales para prosperar en el mundo académico y profesional actual. En esta línea, el Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027 de la Comisión Europea [4] resalta la educación en informática de alta calidad como uno de sus elementos clave.

Muchos países han incorporado el pensamiento computacional (PC) y la programación en sus planes de estudio de educación obligatoria. En España, la nueva ley educativa, Ley Orgánica por la que se modifica la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE), introduce explícitamente la programación y el pensamiento computacional como habilidades esenciales que deben ser desarrolladas en todos los niveles educativos no universitarios. En el caso de la Educación Primaria, el Real Decreto 157/2022 incluye la programación de manera explícita en los descriptores operativos de una de las Competencias Clave, la Competencia Digital. Además, el PC y las habilidades asociadas se

mencionan expresamente en una de las competencias específicas del área de matemáticas:

"Utilizar el pensamiento computacional, organizando datos, descomponiendo en partes, reconociendo patrones, generalizando e interpretando, modificando y creando algoritmos de forma guiada, para modelizar y automatizar situaciones de la vida cotidiana".

Esta nueva exigencia hace necesario incluir esta área dentro del programa educativo del profesorado en formación para que éstos puedan integrarlo de manera adecuada en su enseñanza en el aula. Por ello, desde la Facultad de Magisterio de la Universitat de València, nos planteamos cómo debe llevarse a cabo la instrucción del alumnado en esta materia. Con este fin, en el marco de un proyecto de innovación docente, se diseñó una propuesta formativa con los siguientes objetivos:

1. Capacitar al alumnado en las características y habilidades del pensamiento computacional mediante la enseñanza de programación por bloques.
2. Evaluar la disposición del alumnado para utilizar la programación y el pensamiento computacional en su futura labor docente.

## **METODOLOGÍA**

Se ha implementado una formación explícita en pensamiento computacional y programación por bloques para alumnado de cuarto curso del Grado de Maestro de Educación Primaria, en una asignatura relacionada con la didáctica de las matemáticas. Durante 8 sesiones de dos horas se llevaron a cabo diferentes actividades formativas y de evaluación.

### ***Actividades formativas realizadas***

Se llevó a cabo una sesión introductoria sobre el lenguaje de programación Scratch [5], diseñada para familiarizar al alumnado con su entorno de desarrollo y funcionalidades básicas. Durante esta sesión, se propuso como actividad principal la creación de un programa capaz de dibujar polígonos regulares. El aprendizaje se estructuró de forma progresiva: primero creando un programa para dibujar un cuadrado y su optimización utilizando una instrucción de repetición. Posteriormente, investigando los cambios necesarios para dibujar un pentágono, seguido de la generalización para N lados. El programa final debía recibir el número de lados como parámetro de entrada y dibujar el polígono regular correspondiente. En el anexo 1 se muestran imágenes de la ejecución de la aplicación "Polígonos regulares".

En una segunda sesión, se introdujo el concepto de pensamiento computacional, enfocado a la resolución de problemas, destacando las características y habilidades asociadas a este enfoque. Como parte de la sesión, se desarrolló una actividad práctica que consistió en utilizar la programación por bloques para resolver, mediante una simulación computacional, un problema de probabilidad en un contexto de un juego de azar. Los detalles de esta aplicación, junto con

imágenes ilustrativas, se encuentran en el Anexo 1, que también incluye un enlace a una implementación de dicho programa.

En sesiones posteriores, se profundizó en el conocimiento de las características del lenguaje Scratch a través de programas guiados sencillos, no directamente relacionados con las matemáticas, que incluían juegos simples. Durante estas actividades, se abordaron conceptos clave de dicho lenguaje, como la programación dirigida por eventos, el paso de mensajes y la concurrencia (clones), aunque esta última característica solo se mostró, sin llegar a trabajar directamente con ella. Al finalizar las sesiones, se solicitó al alumnado la creación de un programa libre (no guiado) para repasar las tablas de multiplicar. En el Anexo 2 se incluye una imagen de ejecución y el enlace a una de estas aplicaciones creadas por el alumnado como actividad final de estas sesiones.

Durante aproximadamente dos sesiones, se orientó a los estudiantes en la creación de recursos educativos digitales con contenido matemático para Educación Primaria, utilizando el lenguaje Scratch. El alumnado, organizado en grupos de hasta tres personas, debía desarrollar un programa para repasar algún contenido matemático. Los temas de los programas fueron asignados de forma aleatoria a cada grupo, a partir de un conjunto de aplicaciones posibles. Durante estas sesiones, los estudiantes pudieron resolver dudas y recibir orientación en el proceso de creación.

Como parte de la formación, los estudiantes realizaron una evaluación por pares de los programas desarrollados, valorando aspectos como el funcionamiento, el valor didáctico, la interactividad y el diseño estético.

En el Anexo 2 se incluyen imágenes de dos de los recursos creados por el alumnado, así como gráficas que muestran la valoración obtenida en la evaluación por pares.

Algunos de los recursos generados durante la formación, especialmente aquellos que se han considerado de mayor calidad, han sido alojados en un Estudio de Scratch. Estos programas seleccionados están disponibles para su consulta y uso en la plataforma en el siguiente enlace al estudio MatesMag: <https://scratch.mit.edu/studios/35482803>

### ***Actividades de evaluación realizadas***

Para evaluar la competencia en pensamiento computacional del alumnado, se realizaron dos pruebas: una antes de la formación y otra después. Ambas pruebas incluían problemas extraídos de la competición BEBRAS de pensamiento computacional [3]. Para obtener un nivel de dificultad similar en ambas pruebas, los problemas se seleccionaron utilizando las calificaciones de dificultad proporcionada en la descripción de los problemas de la competición. En cada prueba, se resolvieron 8 problemas con dificultad creciente.

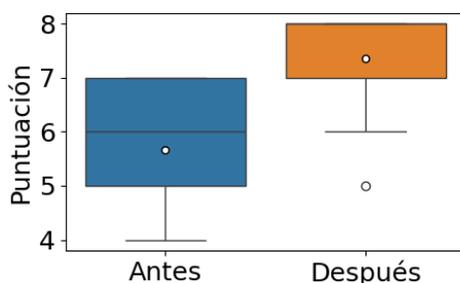
Utilizando el cuestionario proporcionado en [8], se evaluó la actitud del alumnado

hacia la informática antes y después de la formación, teniendo en cuenta tres dimensiones: confort, interés y utilidad para sus futuras clases como docentes. Este cuestionario constaba de 11 preguntas evaluadas con una escala Likert de 5 puntos (*totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo*).

Además, se evaluó el efecto de la intervención sobre la percepción del alumnado respecto a la competencia adquirida. Para ello, se utilizó el cuestionario proporcionado en [1], antes y después de la formación. Este cuestionario, que consta de 31 preguntas evaluadas con una escala Likert de 5 puntos, mide la autopercepción del alumnado en diversas dimensiones como conceptos de pensamiento computacional, elementos de programación por bloques, enseñanza de conceptos de PC y enseñanza de la programación por bloques.

## RESULTADOS

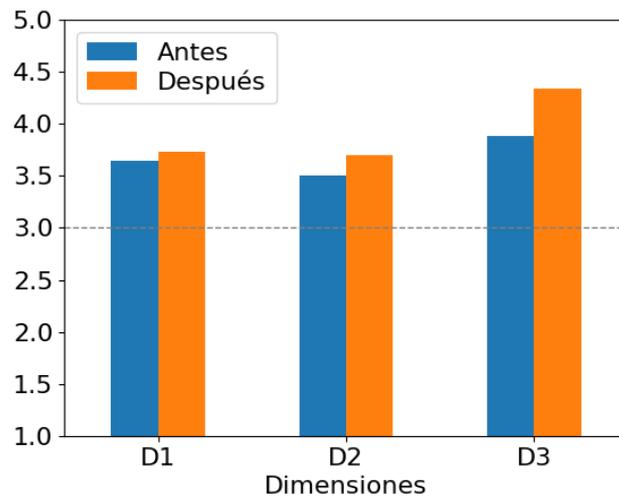
En relación con la evaluación de la competencia en pensamiento computacional, la Figura 1 ilustra la distribución de notas obtenidas en las pruebas de problemas BEBRAS antes y después de la formación.



**Figura 1:** Distribución de las notas en los cuestionarios de problemas BEBRAS antes y después de la intervención.

Para evaluar la diferencia en la competencia en pensamiento computacional antes y después de la formación, se realizó un test de Wilcoxon para muestras emparejadas. Los resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa entre las notas medias obtenidas antes y después de la formación ( $W=18$ ,  $p=1e-5$ ), lo que sugiere una mejora significativa en la competencia en PC del alumnado. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los cuestionarios utilizados no habían sido validados, por lo que los resultados obtenidos deben considerarse preliminares y se requiere un estudio más profundo.

En la Figura 2 se presentan los resultados del cuestionario sobre actitud hacia la informática [8]. Se muestran las puntuaciones medias en las tres dimensiones consideradas: confort (D1), interés (D2) y utilidad para las clases (D3), en una escala de 1 a 5 correspondiente a la escala Likert de 5 puntos del cuestionario.

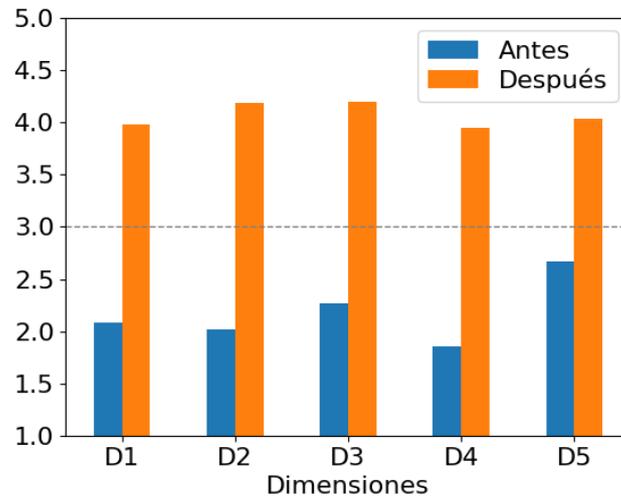


**Figura 2:** Actitud hacia la informática [8] en las dimensiones D1 (confort), D2 (interés) y D3 (utilidad para las clases). Se compara la situación antes y después de la formación.

Los resultados indican que la actitud hacia la informática era inicialmente positiva (por encima de 3) y que ha mejorado ligeramente tras la formación, en especial la valoración de la utilidad para las futuras clases como docentes. Sin embargo, la formación no parece haber provocado una mejora significativa en estas actitudes.

Los resultados relativos a la percepción de la competencia adquirida se presentan en la Figura 3, donde se muestran las puntuaciones medias para cada una de las dimensiones del cuestionario [1] antes y después de la formación. Las dimensiones evaluadas son:

- D1. Elementos de programación por bloques de propósito general
- D2. Conceptos de pensamiento computacional
- D3. Prácticas de pensamiento computacional
- D4. Enseñanza de conceptos de pensamiento computacional
- D5. Enseñanza de la programación por bloques



**Figura 3:** Competencia autopercebida [1] en las dimensiones D1 (elementos de programación por bloques de propósito general), D2 (conceptos de pensamiento computacional), D3 (prácticas de pensamiento computacional), D4 (enseñanza de conceptos de pensamiento computacional) y D5 (enseñanza de la programación por bloques). Se muestra la comparativa antes y después de la formación.

Los resultados indican una diferencia significativa en la competencia percibida por el alumnado antes y después de la formación en todas las dimensiones consideradas. Tras la formación, el alumnado considera que ha adquirido un nivel elevado en todas las competencias evaluadas. Este resultado sugiere un efecto positivo de la formación en cuanto a la disposición a incorporar el pensamiento computacional y la programación en su futura labor docente.

## CONCLUSIONES

La formación llevada a cabo en el marco de un proyecto de innovación docente, cuyo objetivo era capacitar al alumnado en destrezas asociadas al pensamiento computacional y la programación, así como evaluar su disposición a transferir estas habilidades en su futura labor docente, ha tenido varios efectos positivos.

Por un lado, los resultados muestran una mejora en habilidades relacionadas con el PC en contextos de resolución de problemas. Sin embargo, las limitaciones del estudio hacen que se requiera una investigación más profunda para confirmar estos resultados.

Por otro, la mejora observada en la percepción de las competencias adquiridas sugiere una mayor disposición del alumnado a utilizar la programación por bloques y el pensamiento computacional en su futura labor docente. Esto significaría que no solo han mejorado su capacidad técnica, sino también la autoconfianza para integrar estas competencias en el ámbito educativo.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha contado con el apoyo del proyecto UV-SFPIE\_PIEC-2736985 del programa de Projectes d'innovació educativa i millora de la qualitat docent a la Universitat de València.

## REFERENCIAS

- [1] Bean, N., Weese, J., Feldhausen, R., y Bell, R. S. Starting from scratch: Developing a pre-service teacher training program in computational thinking. *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-8 (2015).
- [2] Bers, M. U., Strawhacker, A., y Sullivan, A. The state of the field of computational thinking in early childhood education. *OECD Education Working Papers*, (274) (2024).
- [3] Dagiene, V. The BEBRAS contest on informatics and computer literacy students drive to science education. In: *Joint Open and Working IFIP Conference. ICT and Learning for The Next Generation* (2008).
- [4] European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. Digital education action plan 2021-2027: improving the provision of digital skills in education and training. *Publications Office of the European Union* (2023).
- [5] Scratch Foundation. Scratch. *Scratch Foundation*. (s. f.) Recuperado el 20 de junio de 2024, de <https://scratch.mit.edu>
- [6] Wing, J. Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35 (2006).
- [7] Wing, J. Computational Thinking's Influence on Research and Education for All. *Italian Journal of Educational Technology*, 1(1) (2017).
- [8] Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., y Korb, J. T. Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1-16 (2014).

## ANEXO 1

### **Sesión 1. Ejecución de la aplicación “Polígonos Regulares”**

En la sesión 1 se hizo el programa “Polígonos regulares”, que permite dibujar polígonos regulares de N lados, con el número de lados introducido como parámetro. A continuación, se muestran imágenes de su ejecución.

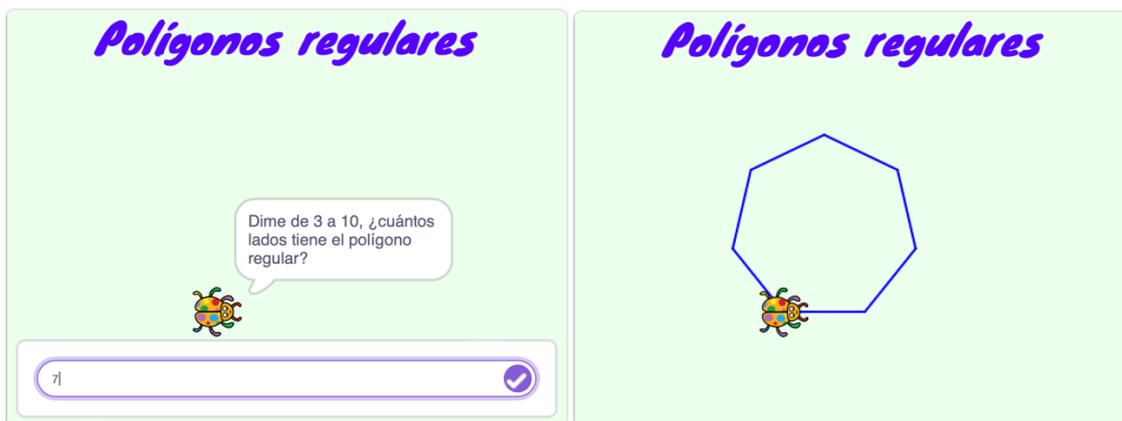


Figura A1.1. Muestra de la ejecución de la aplicación “Polígonos regulares”

Enlace a la aplicación: <https://scratch.mit.edu/projects/1097185004>

## Sesión 2. Actividad práctica sobre Pensamiento Computacional

En la sesión 2, se propuso una actividad práctica para aplicar el pensamiento computacional mediante la resolución de un problema de probabilidad. Los estudiantes utilizaron la programación por bloques en Scratch para desarrollar una simulación computacional que permitiera analizar un juego de azar.

A continuación, se presenta el enunciado del problema planteado y una imagen de la simulación desarrollada durante la sesión.

### Actividad 2.1

Considera el següent joc:

Dos jugadors fan llançaments consecutius de dos daus.

- En cada llançament es resten els valors dels daus (major-menor)
- Si la diferència és 0, 1 o 2 el primer jugador anota un punt i si és 3, 4 o 5, és el segon jugador qui anota el tant.

Penses que algú te avantatge? o els dos tenen la mateixa probabilitat de guanyar?

- 1 Escriu la primera idea intuïtiva que has tingut
- 2 Realitza una simulació computacional del joc
- 3 Calcula la probabilitat emprant la regla de Laplace

Figura A1.2. Enunciado problema práctico de la sesión 2.



**Figura A1.3.** Simulación realizada con la aplicación de la sesión 2.

Enlace a la aplicación: <https://scratch.mit.edu/projects/1097176463>

## ANEXO 2

### Sesiones de profundización en el lenguaje Scratch.

Como actividad de las sesiones de programación en Scratch se solicitó al alumnado la creación de un programa libre (no guiado) para repasar las tablas de multiplicar. A continuación, se muestra una imagen de la ejecución de una de estas aplicaciones, desarrollada por un estudiante.



**Figura A2.1.** Ejecución de una aplicación desarrollada por el alumnado para repasar las tablas de multiplicar en Scratch

Enlace a la aplicación: <https://scratch.mit.edu/projects/904547880>

## Recursos Educativos Digitales desarrollados por el alumnado

A continuación, se presentan las imágenes de dos de los recursos educativos digitales creados por el alumnado utilizando Scratch: "El juego de las divisiones" y "Ruleta".



Figura A2.2. Recursos educativos "El juego de las divisiones" (izquierda) y "Ruleta" (derecha), desarrollados por el alumnado utilizando Scratch.

Enlaces a las aplicaciones:

- Divisiones: <https://scratch.mit.edu/projects/912839093>
- Ruleta: <https://scratch.mit.edu/projects/910606336>

Estos programas, diseñados para repasar contenidos matemáticos de Educación Primaria, fueron evaluados por los propios estudiantes según criterios de funcionamiento, valor didáctico, interactividad y diseño estético. Las gráficas que siguen reflejan la valoración obtenida en la evaluación por pares de dichos recursos.



Figura A2.3. Evaluación por pares de dos de los recursos educativos creados por el alumnado. "El juego de las divisiones" (izquierda) y "La ruleta" (derecha). Las dimensiones consideradas son: d1, Interactividad; d2, Valor didáctico; d3, Diseño estético y d4, Funcionamiento.