
ARTÍCULO

Criterios asumidos por formadores de profesorado al reflexionar sobre una actividad de resolución de problemas con robots

Criteria employed by teacher educators when reflecting upon a problem-solving activity involving robots

Gemma Sala-Sebastià*

 ORCID iD 0000-0001-9830-312X

Adriana Breda**

 ORCID iD 0000-0002-7764-0511

María José Seckel***

 ORCID iD 0000-0001-7960-746X

Danyal Farsani****

 ORCID iD 0000-0002-9412-3161

Resumen

El objetivo de este trabajo es identificar los criterios que utilizan formadores de docentes e investigadores en Didáctica de las Matemáticas para valorar una actividad orientada al desarrollo del pensamiento computacional, mediante el uso del robot educativo *BlueBot*. La propuesta se dirige a la formación de futuros maestros de Educación Infantil, con el fin de formarlos para enseñar este contenido, recientemente incorporado en diversos países a través de reformas curriculares que responden a las demandas sociales actuales. Participaron en el estudio veinte expertos en Didáctica de las Matemáticas y formación del profesorado, quienes asistieron a un taller de 90 minutos organizado por los autores en una universidad catalana. Los participantes realizaron la actividad, reflexionaron sobre ella y, en una puesta en común, compartieron sus valoraciones, las cuales fueron grabadas y transcritas. El análisis de estas intervenciones se llevó a cabo mediante la herramienta de los Criterios de Idoneidad Didáctica del Enfoque Ontosemiótico. Aunque los participantes no estaban familiarizados con dicho marco teórico, sus valoraciones permitieron identificar indicadores alineados con estos criterios, posibilitando su

* Doctora en Didáctica de Matemáticas por la Universitat de Barcelona (UB). Profesora Agregada de la Universitat de Barcelona, Barcelona, Catalunya, España. E-mail: gsala@ub.edu.

** Doctora en Educación en Ciencias y Matemáticas por la Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Profesora Agregada de la Universitat de Barcelona, Barcelona, Catalunya, España. E-mail: adriana.breda@ub.edu.

*** Doctora en Didáctica de Matemáticas por la Universitat de Barcelona (UB). Profesora Lectora en la Universitat de Barcelona, Barcelona, Catalunya, España. E-mail: mjseckel@ub.edu.

**** Doctor en Educación Matemática por la University of Birmingham, Reino Unido. Profesor e investigador en la Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, Noruega e Profesor de Educación y Jefe de la Escuela de Artes del Pacífico, Comunicación y Educación, University of the South Pacific (USP), Suva, Fiji. E-mail: danyal.farsani@usp.ac.fj.

reinterpretación fundamentada. Los resultados evidencian que la actividad fue valorada como altamente idónea desde una perspectiva didáctica, destacándose, especialmente, la idoneidad epistémica, la cognitiva y la ecológica. Finalmente, es necesario diseñar e implementar programas de formación para orientar a las futuras maestras y a los maestros y maestras en activo, con el fin de promover el desarrollo del Pensamiento Matemático a través del Pensamiento Computacional, donde la reflexión sobre la práctica educativa toma un papel primordial.

Palabras clave: Criterios de idoneidad didáctica. Educación infantil. Formación del profesorado. Pensamiento computacional. Robot educativo.

Abstract

This study aims to identify the criteria employed by teacher educators and researchers in mathematics education when evaluating an activity designed to foster computational thinking through the use of the *BlueBot* educational robot. The proposal is targeted at pre-service early childhood education teachers, with the objective of preparing them to effectively teach this content. In recent years, several countries have incorporated computational thinking into their curricula as part of educational reforms responding to evolving social demands. The study involved twenty experts in mathematics education and teacher training who participated in a 90-minute workshop organised by the authors at a Catalan university. During the session, the participants carried out the proposed activity, reflected on their experience, and contributed to a group discussion in which they shared their evaluations. They were audio-recorded and subsequently transcribed for analysis. The data were examined using the didactic suitability criteria of the ontosemiotic approach. Although the participants were not familiar with this theoretical framework, their evaluations revealed indicators consistent with its criteria, enabling a theoretically grounded reinterpretation of their views. The findings show that the instructional activity was perceived as highly suitable from a didactic perspective, with particular emphasis on its epistemic, cognitive, and ecological suitability. These results underscore the need to design and implement teacher training programmes – both pre-service and in-service – that support the development of mathematical thinking through computational thinking, with a strong focus on reflective practice.

Keywords: Computational thinking. Criteria of didactic suitability. Educational robot. Early childhood education. Teacher training.

1 Introducción

En las últimas décadas se ha podido observar un avance muy importante en el desarrollo de la tecnología que ha llevado a todos los países a reconsiderar sus políticas públicas en diversos ámbitos y especialmente en el ámbito educativo.

Wing (2006), definió el Pensamiento Computacional (PC), más allá de ser una habilidad tecnológica que deben desarrollar los informáticos, como una habilidad fundamental para todos, considerándolo como una habilidad fundamental a desarrollar a nivel escolar. En esta línea, una de las estrategias utilizadas para desarrollar el PC en los primeros años de escolaridad (Grover; Pea, 2013; Jara; Hepp, 2016) ha sido a través de la programación y la robótica educativa (Conde *et al.*, 2021; García-Peñalvo; Mendes, 2018; Llorens Largo *et al.*, 2017). No obstante, habitualmente el profesorado debe enfrentarse al reto que supone en solitario y, a veces, supone el abandono de este tipo de prácticas de enseñanza innovadoras para el desarrollo del PC y de habilidades tecnológicas con robots educativos. Mondada *et al.* (2017) afirman que, si se entregan orientaciones sobre las posibilidades de uso de estos recursos, se favorecerá que los

docentes los usen en sus prácticas educativas.

En el caso de España, recientemente se ha realizado una reforma curricular que afecta a la Educación Básica para, entre otros aspectos, considerar el desarrollo de competencias relacionadas con la tecnología. Por ejemplo, el nuevo currículo de Cataluña (una comunidad autónoma de España con competencias legales en educación) explicita que, al final de la educación básica, un estudiante tiene que haber desarrollado la competencia específica de matemáticas que involucra el Pensamiento Computacional (PC) para resolver problemas y modelizar de forma eficiente (Departament d'Educació, 2022). En el caso del segundo ciclo de Educación Infantil (alumnos de 3 a 6 años), el actual currículo catalán (Departament d'Educació, 2023) y también el español, por primera vez, incorporan el PC en el área de descubrimiento y exploración del entorno, con la finalidad, entre otras, de desarrollar en los estudiantes el proceso de resolución de problemas (Ministerio de Educación y Formación Profesional - MEFP, 2022). Por tanto, la propuesta curricular del Ministerio de Educación de España es un claro ejemplo de que se puede realizar una integración entre el Pensamiento Computacional (PC) y Pensamiento Matemático (PM) en los diversos niveles educativos.

El diseño e implementación de programas de formación se plantean como una de las alternativas para orientar a las futuras maestras y maestros (a partir de aquí, nos referiremos siempre a *futuras maestras* ya que en este colectivo la mayoría son mujeres), y también a los maestros y las maestras en activo, para poder atender las exigencias del nuevo currículum, como, entre otras, el desarrollo del PM a través del PC.

Existen diversidad de trabajos recientes que han demostrado que el campo de la robótica educativa tiene un potencial especial desde la primera infancia (Bers, 2008; Bers; Horn, 2010; Kazakoff; Sullivan; Bers, 2013). Paralelamente, las investigaciones desarrolladas sobre el uso del robot educativo *BlueBot* (o similar) en el desarrollo del Pensamiento Matemático (PM) evidencian dos focos principales de interés: formación del profesorado y tipos de tareas para trabajar en la clase de matemática. En relación con la formación de profesorado, se han aportado evidencias sobre diversos aspectos cuando las participantes usan y manipulan los robots educativos: a) tipos de errores que cometen futuras maestras de infantil cuando usan robots educativos (Seckel; Vásquez, *et al.*, 2022); b) reflexiones de las futuras maestras de infantil cuando programan situaciones de aprendizaje con robots educativos para la clase de matemáticas (Seckel; Breda, *et al.*, 2022); c) concepciones de maestras de educación primaria sobre el uso de este recurso en sus clases de matemáticas (Seckel *et al.*, 2021). Respecto a los tipos de tareas, se han abordado investigaciones sobre: a) el desarrollo de habilidades lógico-matemáticas en educación infantil y primer grado de educación primaria (Muñoz *et al.*, 2020);

b) el desarrollo del pensamiento espacial (Aranda; Estrada Roca; Margalef Martí, 2019; Palmer, 2017); c) el desarrollo del pensamiento algebraico (Alsina; Acosta, 2018); y d) el desarrollo de habilidades matemáticas (Diago Nebot; Arnau Vera; González-Calero Somoza, 2018; Pérez Buj; Diago Nebot, 2018). Sin embargo, en ninguno de estos estudios se hace énfasis en los conceptos o prácticas computacionales que se desarrollan al usar robots educativos y su articulación con los aspectos curriculares del nivel al que son dirigidas las tareas o problemas robóticos propuestos.

Investigaciones de los últimos cinco años, se centran en el estudio de prácticas pedagógicas y concepciones del profesorado sobre el uso de robots educativos y desarrollo del PC mediante la robótica (Casey; Pennington; Mireles, 2021) y, especialmente, en el uso de estos robots en las primeras edades (Papadakis, 2020; Seckel *et al.*, 2021). Estas investigaciones evidencian el interés por estudiar los conocimientos necesarios del profesorado para su docencia, más allá del conocimiento pedagógico del contenido (Shulman, 1986), como es, por ejemplo, el conocimiento tecnológico (Mishra; Koehler, 2006).

En esta línea, el marco teórico del Enfoque Ontosemiótico (EOS) (Godino; Batanero; Font, 2007, 2019), ofrece un modelo del Conocimiento Didáctico–Matemático (CDM) que interpreta y caracteriza los conocimientos del profesor a partir de tres dimensiones: dimensión matemática, dimensión didáctica y dimensión meta didáctico-matemática (Pino-Fan; Godino, 2015). En este trabajo nos centramos en la dimensión meta didáctico-matemática, ya que es la que caracteriza los conocimientos que necesitan los docentes para reflexionar sobre la práctica (propia o ajena), en particular, identificar y analizar el conjunto de normas y meta-normas que regulan los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, y valorar su idoneidad didáctica para realizar posibles mejoras en el diseño e implementación de dichos procesos (Breda; Pino-Fan; Font, 2017).

Con esta investigación se pretende responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿En qué criterios se basan los formadores de profesores y expertos investigadores en Didáctica de las Matemáticas para valorar una actividad sobre pensamiento computacional con uso del robot educativo *BlueBot*, dirigida a la formación de futuras maestras de Educación Infantil (EI)?, ¿Cómo se podrían interpretar los criterios identificados en las valoraciones de los participantes en términos de los Criterios de Idoneidad Didáctica (CID) y de sus componentes e indicadores?

Así pues, el objetivo de este trabajo fue identificar en qué criterios se basaban formadores de profesores y expertos investigadores en didáctica de las matemáticas para valorar una actividad sobre pensamiento computacional con uso del robot educativo *BlueBot*, dirigida

a la formación de futuras maestras de Educación Infantil (EI). Para ello, los criterios implícitos en sus comentarios fueron reinterpretados en términos de los Criterios de Idoneidad Didáctica (CID) y de sus componentes e indicadores.

2 Marco Teórico

Existen diversas propuestas dirigidas a la formación de profesores con la finalidad de facilitar la adquisición de los conocimientos necesarios para la enseñanza y aprendizaje del PC en sus estudiantes (Estebanell *et al.*, 2018; Kong; Lai; Sun, 2020). Por ejemplo, Estebanell *et al.* (2018) proponen un modelo para la formación inicial de profesores que contempla cuatro niveles para el desarrollo del PC: 1) nivel usuario: el profesorado se plantea preguntas sobre cómo usar un lenguaje computacional determinado para abordar problemas con un robot, videojuego, aplicación, etc., 2) nivel usuario reflexivo: el profesorado reflexiona sobre lo que ha realizado cuando ha desarrollado un problema computacional, 3) nivel maestro: el profesorado aborda el reto de decidir qué enseñar, qué espera que sus estudiantes aprendan del PC y qué recursos y estrategias se implementaran y 4) nivel maestro reflexivo: el profesorado reflexiona sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje relacionado con el PC.

En relación con la resolución de problemas que impliquen PC, el profesorado debe saber reconocer dos aspectos básicos a la hora de diseñar problemas (Arlegui; Pina, 2016). El primer aspecto, tiene relación con la característica de las tareas de tipo de problema de robótica, cuya resolución implica que el robot pase de un estado inicial a uno final, a través de la planificación de una secuencia de acciones (estados intermedios que se programan). El segundo aspecto, se relaciona con criterios que deben orientar el planteamiento de un problema o una secuencia de problemas, estos son: 1) ser de complejidad progresiva, 2) hacer referencia a aspectos conocidos y desconocidos y 3) situar el problema en un entorno (escenario).

El marco de Brennan y Resnick (2012) ofrece una definición operacional del PC, es decir, lo caracteriza a partir de la definición de dimensiones observables clasificadas en los siguientes tres grupos: conceptos, prácticas y perspectivas. Los conceptos comprenden las siguientes siete dimensiones: secuencias, paralelismo, bucles, condicionales, eventos, datos y operadores. En relación con el grupo de prácticas observables, se indican las siguientes cuatro dimensiones: ser incremental e iterativo; probar y arreglar; reusar y remezclar; y abstraer y modularizar. Las perspectivas están definidas por tres dimensiones: expresar, conectar y cuestionar.

Además de estos aspectos específicos sobre el PC, debemos tener en cuenta la

dimensión meta didáctico-matemática del conocimiento del profesorado, ya que es donde centramos este trabajo. El EOS ofrece una herramienta, los denominados CID (Breda; Font; Pino-Fan, 2018), cuyo conocimiento permite al profesorado valorar y rediseñar los procesos de instrucción. Se trata de seis criterios de idoneidad (Font; Planas; Godino, 2010): *Epistémico*, para valorar si las matemáticas que están siendo enseñadas son *buenas matemáticas*; *Cognitivo*, para valorar, antes de iniciar el proceso de instrucción, si lo que se quiere enseñar está a una distancia razonable de aquello que los alumnos saben, y después del proceso, si los aprendizajes adquiridos están cerca de aquello que se pretendía enseñar; *Interaccional*, para valorar si las interacciones resuelven dudas y dificultades de los alumnos; *Mediacional*, para valorar la adecuación de los recursos materiales y temporales utilizados en el proceso de instrucción; *Afectivo*, para valorar la implicación (intereses y motivaciones) de los alumnos durante el proceso de instrucción; *Ecológico*, para valorar la adecuación del proceso de instrucción al proyecto educativo del centro, las directrices curriculares, las condiciones del entorno social y profesional. La herramienta, para ser operativa en el análisis y valoración de los procesos de instrucción, desglosa estos criterios en diversos componentes e indicadores (Breda; Pino-Fan; Font, 2017).

3 Metodología

Esta investigación se enmarca en un paradigma interpretativo de tipo cualitativo (Cohen; Manion; Morrison, 2007) centrado en identificar y comprender los criterios utilizados por formadores de profesores expertos para valorar una actividad, formada por una secuencia de tareas, para el desarrollo del PC de futuras maestras de EI, diseñada por los autores del manuscrito.

El diseño de la actividad, que implicaba el uso del robot educativo *BlueBot*, se llevó a cabo después de realizar una revisión sistemática de su adecuación al nuevo currículum de Educación Infantil (Departament d'Educació, 2023). La implementación de esta actividad se llevó a cabo por las dos primeras autoras en forma de un taller, que fue incluido en la programación de una jornada de investigación organizada en una universidad catalana, durante 2023. Todos los asistentes a la jornada asistieron al taller (no se ofrecieron actividades alternativas paralelas a éste) y tuvo una duración aproximada de 90 minutos.

Los participantes fueron 20 investigadores en Didáctica de las Matemáticas y formadores de futuras maestras de Infantil y de Primaria y de profesorado de secundaria de Matemáticas procedentes de diversas universidades españolas. Aunque todos los participantes

tienen una larga trayectoria profesional en la formación de profesorado y son reconocidos investigadores e investigadoras en el área de Didáctica de las Matemáticas, ninguno de ellos conocía a fondo el uso robots educativos, o tecnología similar, en el aula para el desarrollo del PC, ni son especialistas en tecnología. Los participantes tampoco eran usuarios de los CID en sus investigaciones ya que todos ellos habitualmente manejaban otros marcos teóricos diferentes del EOS.

Al inicio del taller se realizó una presentación donde se explicó su objetivo, que valoraran una actividad diseñada por los autores e implementada con futuras maestras de una universidad catalana (Cataluña, España). El taller se desarrolló en dos fases. En la primera fase, los participantes resolvieron la secuencia de tareas de la actividad como si fuesen futuras maestras de EI, siguiendo una versión adaptada de la implementación original que se había realizado con las futuras maestras, ya que el tiempo que se disponía para el desarrollo del taller era mucho más corto. En la segunda fase, los participantes tenían que reflexionar tomando su rol real, la de formadores de futuras maestras y/o futuro profesorado, sobre la actividad y realizar sus aportaciones en una puesta en común final.

Los autores tomaron notas de campo a partir de la observación de los diversos grupos de formadores de maestras y profesorado mientras interactuaban con el robot para resolver las tareas propuestas. La puesta en común que cerró el taller fue grabada en audio. Se analizó el audio de la grabación de la puesta en común por las dos primeras autoras, que seleccionaron comentarios y aportaciones en la puesta en común susceptibles de ser identificados como los criterios que manejan los participantes para valorar la actividad. Estos comentarios fueron transcritos, así como reinterpretados en términos de los CID, y clasificados en una tabla según los indicadores de cada uno de los componentes de los CID identificados. Los componentes e indicadores utilizados se pueden consultar en Breda y Do Rosário Lima (2016). La identificación de los comentarios valorativos, así como la clasificación de las reinterpretaciones en base a los indicadores de los CID, fue triangulado con los otros dos autores del artículo y con un experto en el marco teórico del EOS cuando surgían discrepancias entre ellos. Para ello, los otros dos coautores y el experto se reunieron y consultaron la grabación y la transcripción de los comentarios originales de los participantes para la revisión de estas clasificaciones para poder discutir las hasta llegar a un acuerdo mínimo entre cuatro de los cinco (cuatro autores y un experto colaborador en la triangulación). Estas reuniones de triangulación se realizaron periódicamente mientras duró el análisis de los datos.

Este estudio ha seguido el Código Ético de Integridad y Buenas Prácticas de la

Universidad de Barcelona¹, y ha sido aprobado por la comisión del Programa de Doctorado Didáctica de las Ciencias, Lenguas, Artes y Humanidades de la Universidad de Barcelona, el 18 de julio de 2023.

3.1 Descripción de la secuencia de actividades del taller

En primer lugar, se hizo una breve presentación para justificar la actividad en la que iban a participar. Se trataba de una parte de la secuencia de tareas que recientemente se había implementado con dos grupos de futuras maestras de EI, estudiantes en una universidad pública catalana, y que se había analizado con el objetivo de identificar su conocimiento matemático y computacional al resolver problemas con el robot educativo *BlueBot* y también las justificaciones que dieron al reflexionar sobre el diseño de este tipo de problemas (la secuencia didáctica original implementada con estudiantes y los resultados se pueden consultar en (Sala-Sebastià *et al.*, 2023)).

Así pues, se explicó la actividad implementada y su justificación curricular (explicada más adelante, en el subapartado 3.3) y el objetivo del taller, que era que los participantes valoraran esa actividad previamente implementada con futuras maestras. Para ello, se propuso a los asistentes que, primero, realizaran la actividad que les proponíamos (una versión adaptada de la original, más corta debido al tiempo de que se disponía para el desarrollo del taller) como si fueran estudiantes, futuras maestras de EI y, después, participaran en una puesta en común donde realizarían la valoración de la actividad en su rol real de formadores y formadoras de futuras maestras y profesorado de matemáticas.

Para la realización o *vivencia* de la actividad como estudiantes, se organizaron a los asistentes en parejas o grupos de tres personas y se entregó a cada grupo un robot educativo *BlueBot*, una bolsita con materiales manipulativos (Figura 1) sin explicaciones de cómo usarlos, y un dossier con una lista de preguntas o problemas robóticos (Cuadro 1) que debían resolver con el uso del robot en el espacio del aula donde se realizaba el taller o por sus inmediaciones.

¹ Disponible en <http://hdl.handle.net/2445/137937>

Tarea	Preguntas incluidas en el dossier
1	a) ¿Alguien sabe cómo se juega a esto? b) ¿Puede ser un juguete? ¿Seguro? c) ¿Cómo se enciende? d) ¿Qué hace?
2	a) Parece que el robot se mueve cuando apretamos los botones... ¿Podríamos enviarlo donde quisiéramos?
3	a) ¿Hay diferentes ordenes que pudiesen servir para llegar al mismo lugar? b) El robot, ¿tarda lo mismo para llegar con un algoritmo que con otro distinto? c) ¿Cómo podríamos representar las órdenes que damos al robot?
4	a) ¿Puede llegar muy lejos el robot? b) ¿Cuánto espacio recorre con cada orden de avanzar? c) ¿Cómo podríamos saber hasta dónde puede llegar? ¿Podría llegar a la clase de...?
5	a) ¿Podríamos utilizar el robot para comunicarnos con otro lugar de la escuela (con la clase de al lado/ con el conserje/con el comedor, etc.)? b) ¿Qué distancia hay desde nuestra clase hasta la otra clase? c) ¿Por dónde es mejor que pase el robot? ¿Cuál es el mejor itinerario? (Piensa que significa “ser el mejor itinerario”)
6	a) ¿Cómo podemos representar las instrucciones de vuelta? Es decir, ¿cómo será la secuencia de programación de vuelta si tenemos en cuenta que el itinerario es el mismo? ¿Se puede aprovechar alguna parte de la secuencia de programación (o algoritmo)?
7	a) ¿Se podría utilizar el robot para que transporte cosas? ¿Qué tipo de cosas podría llevar? ¿Cómo las podría llevar? ¿Qué recipiente se le podría enganchar? ¿se podría aprovechar algún recipiente de la clase o mejor lo construimos? b) ¿Es necesario realizar algún cambio en el itinerario cuando el robot va arrastrando el remolque? c) ¿Qué partes de la programación se tienen que cambiar para modificar parte del itinerario?

Cuadro 1 – Lista de preguntas o problemas robóticos del dossier de la actividad
Fuente: Sala-Sebastià *et al.* (2023)

Se dio tiempo a los diversos grupos para que resolvieran y comentaran entre ellos las siete tareas del dossier que componían la actividad. A continuación, se realizó la puesta en común, donde los participantes especialistas en didáctica de las matemáticas valoraron la actividad con su conocimiento meta didáctico matemático, y tomando ahora la perspectiva de formadores de futuras maestras de EI. En este trabajo se analiza principalmente esta puesta en común.

3.2 Robot educativo *BlueBot*

El robot educativo usado en la implementación fue el que se comercializa bajo el nombre de *BlueBot* (Figura 1). Es un robot analógico, es decir, para indicarle las instrucciones sobre los movimientos que se quiere que realice se debe pulsar en las teclas que se encuentran en su dorso. El robot memoriza la secuencia de pulsaciones que el usuario ha realizado, por lo tanto, cada vez que se quiera empezar una nueva secuencia de órdenes se debe pulsar la tecla de borrado si no se quiere que se añada a la secuencia de órdenes introducida con anterioridad. Con cada pulsación de avanzar (o de retroceder), el robot avanza (o retrocede) 15 cm. Con la

pulsación de girar (a la derecha o a la izquierda), el robot gira 90 grados, pero no avanza. La programación puede considerar que el robot haga paradas en su recorrido incluyendo la pulsación de la tecla correspondiente.

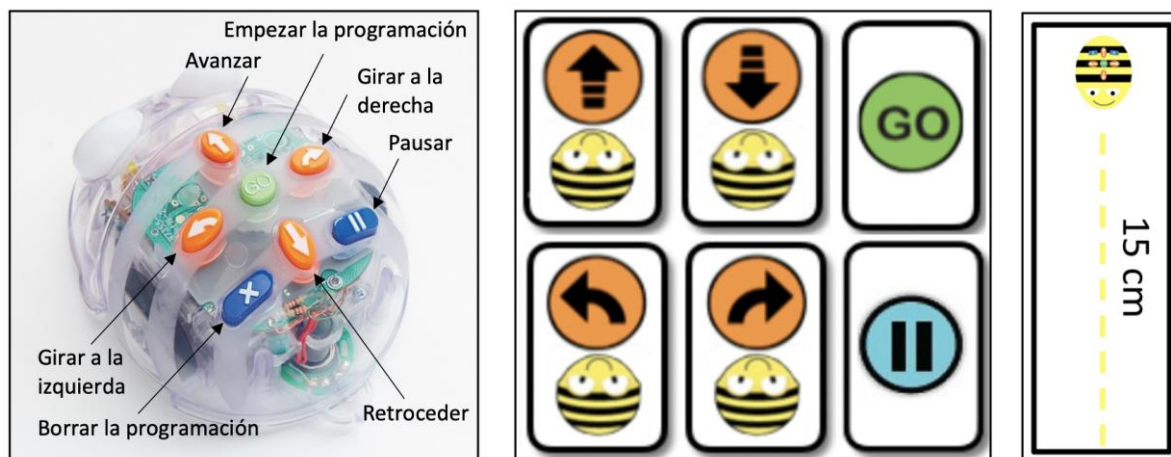


Figura 1 – Recursos manipulativos usados en la implementación: Robot *BlueBot*; tarjetas para representar el algoritmo del trayecto del robot; y tarjeta rectangular de 15 cm
Fuente: Sala-Sebastià *et al.* (2023)

Los participantes en la implementación pudieron usar el material manipulativo mostrado en la Figura 1. Las pequeñas tarjetas plastificadas representan cada una de las teclas del robot y se pueden utilizar (se recomienda su uso) para escribir o representar la secuencia de órdenes (pulsaciones a realizar en las teclas) o algoritmo. Cada tarjeta se reproduce las veces que se crea necesario para que los alumnos puedan escribir o representar todo el algoritmo de su programa para que el robot realice el trayecto requerido, antes (o después) de ejecutar el programa. La tarjeta rectangular mostrada en la izquierda de la Figura 1 tiene el lado más largo de 15 cm, que es el recorrido que realiza el robot con cada pulsación de avanzar o retroceder. Puede ser utilizada por los usuarios del robot para estimar cuantas pulsaciones son necesarias para ir de un punto a otro del espacio, o bien por el educador, para diseñar recorridos de medidas exactas en relación con las posibilidades del robot.

3.3 Justificación curricular de la actividad

Para justificar el diseño de la actividad para desarrollar el PC en la etapa de EI y para ubicar curricularmente las tareas del dossier se realizó un análisis del currículum de EI catalán actual que se sintetiza en este subapartado. El recién publicado currículum catalán (Departament d'Educació, 2023) con el que se ha analizado la actividad, se sitúa en el mismo marco legal que el currículum español (MEFP, 2022) aunque ordena concretamente ciertas especificidades de Cataluña (como el idioma, los documentos oficiales de seguimiento y

evaluación, y las horas dedicadas a algunas materias, entre otras), ya que el gobierno de esta comunidad, la *Generalitat de Catalunya*, tiene competencias en materia de Educación.

Así pues, el currículum de EI se organiza en dos ciclos, el primero de cero a 3 años y el segundo de 3 a 6 años, y se rige por ocho principios pedagógicos que son un manifiesto al tipo de enseñanza y aprendizaje que se persigue. Asimismo, en consonancia con estos principios, se determinan ocho objetivos generales de las competencias específicas que se espera que el alumnado desarrolle. Paralelamente, se definen los elementos que componen el currículum y que se deben concretar en las situaciones de aprendizaje que son: las competencias clave, las competencias específicas (CE), los criterios de evaluación de las competencias específicas, los saberes y las situaciones de aprendizaje. Las competencias clave definidas como los aprendizajes que se consideran imprescindibles para que los niños y niñas puedan progresar en su proceso educativo y afrontar en el futuro los principales retos locales y globales, son 8: 1ª Competencia en comunicación lingüística; 2ª Competencia plurilingüe; 3ª Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería; 4ª Competencia digital; 5ª Competencia personal, social y de aprender a aprender; 6ª Competencia ciudadana; 7ª Competencia en pensamiento creativo; y 8ª Competencia en consciencia y expresión culturales.

Las CE son los aprendizajes que el alumnado tiene que desarrollar en una realidad concreta de su entorno para resolver las diferentes situaciones de la vida en que se puedan encontrar. Se organizan clasificadas en torno a los siguientes cuatro ejes de desarrollo y aprendizaje: 1) Un niño que crece con autonomía y confianza; 2) Un niño que se comunica con diferentes lenguajes; 3) Un niño que descubre el entorno con curiosidad; y 4) Un niño que forma parte de la diversidad del mundo que lo rodea. Cada eje se complementa con los otros tres, tomando una perspectiva global de la enseñanza y aprendizaje. El eje 1 cuenta con cuatro CE, el eje 2 contempla dos CE, el eje 3 agrupa tres CE y el eje 4 dos CE. En los cuatro ejes se encuentran CE que tienen relación con el desarrollo de las matemáticas en las primeras edades, no obstante, es en los ejes 2 y 3 donde las CE aluden explícitamente al lenguaje matemático y a habilidades de razonamiento matemático, respectivamente.

Los criterios de evaluación son los referentes de la evaluación y cada uno de ellos se vincula a una CE. Indican el grado de desarrollo y de adquisición de los aprendizajes del alumnado que han tenido lugar en las diferentes actividades, situaciones y propuestas en un momento determinado del proceso de aprendizaje.

Los saberes son los contenidos mediante los cuales el alumnado debe desarrollar las CE en diferentes situaciones y contextos significativos y funcionales. Estos saberes se presentan como una lista clasificada en función de ciclo educativo (primer ciclo o segundo ciclo,

vinculado a la edad del alumnado) y con varias opciones para cada una de las CE.

Así pues, los ejes, las CE, los criterios de evaluación y los saberes se presentan todos con relaciones de correspondencia. Es decir, si la actividad implementada se ha diseñado para desarrollar una CE concreta, ubicada en uno de los ejes, se tendrá que llevar a cabo contemplando algunos de los saberes relacionados con esta competencia listados en el currículum, y se tendrá que evaluar el grado en que el alumnado ha conseguido desarrollarla mediante algunos de los criterios de evaluación correspondientes a esa CE (a cada CE puede corresponderle más de un criterio de evaluación). Cabe mencionar que los criterios de evaluación del currículum están referidos a lo que el alumnado debe dominar al finalizar la etapa, por lo que deben ser adaptados al momento concreto de la evaluación.

Las situaciones de aprendizaje se definen como experiencias que viven los niños y niñas y que el equipo educativo utiliza para desarrollar aprendizajes y están orientadas al desarrollo de las CE. Se dan en un contexto concreto, plantean un reto, pregunta o problema, en un sentido amplio, a los que hay que dar respuesta y sobre los que interviene el alumnado.

La situación de aprendizaje para 2n ciclo de EI diseñada por los autores y adaptada para la implementación, originalmente con futuras maestras de EI, con expertos formadores de maestras y profesorado de matemáticas (que es la implementación de la cual se presenta el estudio en este artículo) tenía como objetivo el desarrollo del PC de los participantes. El nuevo currículum catalán, por primera vez hace referencia explícitamente al PC, concretamente en la explicación de la competencia específica 2 (CE2) —“Desarrollar, de manera progresiva, diferentes formas de razonamiento y procedimientos del pensamiento científico, a través de la observación y la manipulación, para iniciarse en la interpretación del entorno y responder de manera creativa a los diferentes retos y situaciones” (Departament d’Educació, 2023, p. 33) cuando expone literalmente lo siguiente:

Los procesos propios tanto del diseño del método científico como de las habilidades de *pensamiento computacional*, se iniciarán progresivamente en esta etapa, mediante la exploración y la investigación, la formulación y comprobación de hipótesis, el planteamiento de diferentes soluciones, la descomposición de una tarea en otras más sencillas, la interrelación de diferentes conocimientos, el desarrollo del aprendizaje por causa-efecto, la toma de decisiones por ensayo-error y el planteamiento de ideas y soluciones creativas y originales (Departament d’Educació, 2023, p. 33, traducción propia).

No obstante, no existen ni en los criterios de evaluación, ni en los saberes, otras explicaciones que dejen explícito que se debe entender por “procesos propios [...] de las habilidades de pensamiento computacional” (Departament d’Educació, 2023, p. 33) aunque se podría deducir que se asocia a un tipo de proceso relacionado con el aprendizaje por indagación.

Para garantizar que el objetivo de desarrollo de PC de la situación de aprendizaje

diseñada por los autores cumplía con los requisitos del currículum catalán se realizó un análisis de la actividad desde un punto de vista global y de cada una de las tareas planteadas en el dossier (Cuadro 1) mediante una herramienta diseñada a propósito mediante Excel. Para ello, se realizó una extracción de los elementos del currículum adjudicándoles una categorización a priori, consensuada entre las dos primeras autoras, para evidenciar las posibles formas de relación entre los diferentes tipos de elementos del currículum (principios, ejes, niveles, competencias clave, competencias específicas, criterios de evaluación y saberes) de una forma sistematizada.

Mediante la situación de aprendizaje se pretenden ofrecer oportunidades al alumnado participante para desarrollar las competencias clave 1ª Competencia clave en comunicación lingüística (contempla la comunicación matemática), 3ª Competencia matemática y competencia en ciencia tecnología e ingeniería y la 7ª Competencia en pensamiento creativo. Paralelamente, la actividad se centra principalmente en el desarrollo de diversas CE ubicadas en los ejes 1 (Un niño que crece con autonomía y confianza), 2 (Un niño que se comunica con diferentes lenguajes) y 3 (Un niño que descubre el entorno con curiosidad). En relación con los demás elementos del currículum contemplado en las diferentes tareas de la situación de aprendizaje diseñada, se incluye, a continuación, el Cuadro 2 como resumen del análisis realizado.

EJES (E)	Competencias específicas (CE)	Criterios de evaluación (AV)	Saberes de primer ciclo (SBC1) Saberes de segundo ciclo (SBC2)	Tareas donde se identifican
1	E1 CE3 Darse cuenta de la influencia del espacio y el tiempo en las situaciones de vida cotidiana a partir de las experiencias vividas, para crecer con seguridad y entender el mundo	E1 CE3 AV1 Utilizar las nociones temporales y espaciales básicas a partir de las propias vivencias.	E1 CE3 SB2C 1 Utilización de nociones temporales y espaciales básicas en relación con el cuerpo, los objetos y otras personas en las propias vivencias. E1 CE3 SB2C 2 Identificación de algunos cambios y permanencias en la vida cotidiana y en el entorno cercano y predicción de su continuidad. E1 CE3 SB2C 4 Reconocimiento de secuencias y ordenación temporal de hechos y actividades de la vida cotidiana. Identificación de series, repeticiones y patrones.	Tarea 5, Tarea 6 y Tarea 7
		E1 CE3 AV2 Desarrollar aspectos de razonamiento espacial a través de juegos de exploración y situaciones de vida cotidiana.	E1 CE3 SB2C 5 Organización y representación espacial partiendo de las propias vivencias, utilizando diferentes lenguajes. E1 CE3 SB2C 8 Interpretación de representaciones de trayectos conocidos. E1 CE3 SB2C 9 Uso de mapas sencillos y/o seguimiento de indicaciones verbales en situaciones de juego y entornos próximos.	
2	E2 CE1 Interpretar,	E2 CE1 AV3 Hacer	E2 CE1 SB2C 1 Adquisición	

	comprender y expresar mensajes, utilizando recursos y conocimientos basados en la propia experiencia, para avanzar en la comunicación y la construcción de nuevos aprendizajes.	un uso funcional de la lengua oral aumentando el repertorio lingüístico y expresando ideas, deseos, sentimientos y emociones.	progresiva de nuevo repertorio comunicativo.	Tarea 6 y Tarea 7
		E2 CE1 AV4 Utilizar la lengua oral como forma para construir el propio pensamiento y regular la acción en las interacciones con los demás, elaborando progresivamente un discurso más organizado y coherente en diferentes contextos.	E2 CE1 SB2C 6 Uso progresivo de la lengua oral en situaciones cotidianas para regular la propia acción.	
	E2 CE2 Expresarse de manera comprensible, personal y creativa mediante diferentes lenguajes, explorando las posibilidades y disfrutando de ellas, para responder a diferentes contextos comunicativos.	E2 CE2 AV1 Manifestar habilidades para comunicarse e interactuar a través de diferentes lenguajes, ajustando la expresión al contexto verbal, matemático, corporal, plástico, musical y digital.	E2 CE2 SB2C 15 Reconocimiento y uso de lenguaje matemático, números, símbolos y códigos que pueden ser leídos por los demás y que tienen significados compartidos por la sociedad en contextos reales y situaciones progresivamente más complejas. E2 CE2 SB1C 5 Iniciación a la comprensión y expresión del uso del lenguaje matemático en situaciones cotidianas en las que se indiquen relaciones de cantidad, medida y/o situación en el espacio: muy/poco, largo/corto y cerca/lejos.	Tarea 3, Tarea 5, y Tarea 6
	E3 CE1 Observar y reconocer características de materiales y elementos y establecer relaciones entre ellos, mediante la experimentación y la manipulación sensorial, para avanzar hacia estructuras de pensamiento cada vez más complejas desarrollando habilidades de razonamiento matemático.	E3 CE1 AV1 Utilizar estrategias y formas propias de razonar para resolver un reto y explicar el proceso utilizado.	E3 CE1 SB2C 1 Observación, exploración e identificación de elementos del entorno: objetos, materiales, animales, plantas, paisajes, etc., con actitud de respeto.	Tarea 1 y Tarea 7
		E3 CE1 AV2 Establecer relaciones entre elementos, diferenciando cualidades o atributos, captando patrones y sabiéndolo comunicar.	E3 CE1 SB2C 3 Relaciones cualitativas y cuantitativas. Reconocimiento de patrones, anticipaciones y verbalización de regularidades en situaciones de la vida cotidiana. E3 CE1 SB2C 5 Estimaciones y predicciones con unidades no convencionales, de manera contextualizada y funcional. E3 CE1 SB2C 7 Utilización progresiva de estrategias de medida de longitud, capacidad, masa, tiempo y temperatura. E3 CE1 SB2C 15 Representación gráfica y comunicación de los procesos que se han seguido en la experimentación y la interpretación	

3			de resultados.	
	E3 CE2 Desarrollar, de manera progresiva, diferentes formas de razonamiento y procedimientos del pensamiento científico, a través de la observación y la manipulación, para iniciarse en la interpretación del entorno y responder de manera creativa a los diferentes retos y situaciones.	E3 CE2 AV3 Plantear y verificar hipótesis a partir de la manipulación y la experimentación sobre diferentes elementos y materiales con el fin de entender sus comportamientos.	E3 CE2 SB2C 3 Aproximación al método científico: formulación de preguntas, indagación, contraste, posicionamiento y aplicación a nuevos contextos para volver a formular nuevas preguntas. E3 CE2 SB2C 4 Desarrollo de estrategias para proponer soluciones: creatividad, diálogo y descubrimiento.	Tarea 2, Tarea 3, Tarea 4 y Tarea 5
		E3 CE2 AV4 Participar en retos colaborativos en pequeño grupo, compartiendo ideas propias y escuchando las de los demás desde una actitud de respeto.	E3 CE2 SB2C 5 Avance en las estrategias de planificación y organización de la propia acción, mediante el diálogo, la cooperación y el consenso con los demás.	
	E3 CE3 Explorar y reconocer elementos y fenómenos del mundo natural, estableciendo relaciones entre la propia acción y las consecuencias que se derivan, para iniciar hábitos de sostenibilidad y conservación del entorno.	E3 CE3 AV1 Establecer relaciones entre los fenómenos del medio natural y su incidencia en la vida cotidiana a partir del conocimiento y la observación del medio natural.	E3 CE3 SB2C 2 Uso de instrumentos de observación tanto analógicos como digitales: lupas, balanzas y sensores para la recogida y el análisis posterior de datos.	Tarea 5

Cuadro 2 – Elementos del currículum identificados en las tareas del dossier.
Fuente: elaborado los autores (2023)

4 Resultados

Se realizó el análisis de la grabación de la puesta en común entre los expertos en didáctica de las matemáticas y formadores de maestros participantes en el taller de valoración de la actividad, identificando comentarios que se pueden interpretar en términos de los componentes e indicadores de los CID, tal y como se indicó en el apartado de Metodología. Los resultados se presentan a continuación organizados según los criterios de idoneidad identificados.

4.1 Idoneidad Epistémica de la actividad

En relación con la Idoneidad Epistémica, cuatro de los participantes (P) se refirieron a la *riqueza de procesos* (uno de los indicadores de esta idoneidad), que se desarrollaban mediante la actividad. Por ejemplo, P1 comenta que gracias a las tareas se desarrollan procesos relevantes

como la estimación de las medidas que se requieren para resolver las tareas de la actividad, especialmente en las tareas 3, 4 y 5 del dossier (ver Cuadro1).

P1: Se pueden realizar procesos relevantes de estimación de medida de longitud y también de medida con el tiempo (Afirmación del participante 1, 2023).

Otro comentario destacable es el de P3, que hace referencia a que con la manipulación del robot para resolver la tarea 7 del dossier, se puede observar empíricamente el concepto de proporcionalidad inversa gracias a una propiedad física de interacción entre los materiales. Indirectamente hacen alusión a la perspectiva del PC de *conectar* diferentes conocimientos.

P3: Se puede observar empíricamente la proporcionalidad inversa. Con una fuerza constante [que hace el robot para desplazarse], si aumento la masa cuando le cuelgo algo [al robot] que transportar, la aceleración disminuye y se ve que el robot avanza más lento (Afirmación del participante 3, 2023).

La perspectiva de P7 se relaciona con la contribución de la actividad al desarrollo de las estrategias de orientación espacial de los niños en la etapa de infantil:

P7: Se promueven procesos que permiten desplazar el sistema de referencia egocéntrico a un sistema de referencia externo (Afirmación del participante 7, 2023).

También hubo comentarios en relación con la *representatividad*, el indicador que hace referencia a tener presente la complejidad de lo que se quiere enseñar a partir de contemplar la diversidad de significados parciales, el uso de distintos lenguajes o modos de expresión, etc. Por ejemplo, P2 destaca que se trabaja un significado distinto [este significado está relacionado directamente con el concepto del PC llamado *secuencia*] al tradicional del uso del algoritmo:

P2: La actividad ofrece un significado diferente del tradicional para el algoritmo [refiriéndose al algoritmo para resolver una operación], como una instrucción para que [el robot] llegue a un lugar. Dada una instrucción ver dónde llega, o crear una instrucción para que llegue a un lugar (Afirmación del participante 2, 2023).

O bien, P8 destaca que se trabaja la medida a partir de una serie de condicionantes mediados por el tipo de recurso utilizado, el robot, que obligan a reflexionar sobre el sentido de “camino más corto” para poder resolver la tarea de forma adecuada. Con este comentario, se hace referencia a las perspectivas del PC de *cuestionar* y *conectar*:

P8: Se da una idea de la medida diferente, ya que el robot, por cómo se puede mover [refiriéndose a la limitación de los giros a 90°], obliga a pensar en cuál es el camino más corto, ya que no es el habitual porque no se puede mover en diagonal, sino que lo hace en un plano cartesiano (Afirmación del participante 8, 2023).

Por otro lado, P11 comenta el papel del recurso material de las tarjetas que representan las diferentes órdenes que se les pueden dar al robot como inicio de uso de códigos como lenguaje. Con este comentario P11 se refiere a la perspectiva del PC *expresar*, que se focaliza en que el propio código con el que se implementan los programas constituye intrínsecamente

una nueva manera de expresar ideas.

P11: Es interesante el código de las tarjetas que se utiliza como un lenguaje de computación (Afirmación del participante 11, 2023).

Se pudieron identificar y reinterpretar siete comentarios relacionados con el criterio de Idoneidad Epistémica, cuatro de ellos hacían referencia al indicador de *riqueza de procesos* y los otros tres a la *representatividad* de las matemáticas enseñadas. En ninguno de los comentarios se identificaron indicadores de los componentes de *errores* y *ambigüedades*, que pueden producir las maestras en estas actividades.

4. 2 Idoneidad Cognitiva de la actividad

De los comentarios recogidos, solo dos se identificaron y reinterpretaron como criterios de Idoneidad Cognitiva. El comentario de P5, que hace referencia al indicador de *conocimientos previos*, evidencia que se ha fijado en cómo son introducidos los diversos contenidos matemáticos a partir del progreso por las diversas tareas propuestas en el dossier para que los significados pretendidos se puedan alcanzar, tengan una dificultad manejable para los estudiantes:

P5: Los contenidos matemáticos de pensamiento computacional, tal y como se presentan en esta actividad, están dentro de la Zona de Desarrollo Próximo de los futuros maestros (Afirmación del participante 5, 2023).

También se ha identificado el indicador de *alta demanda cognitiva* en el caso del comentario que realiza P6, refiriéndose a la tarea 6 del dossier, cuando tuvieron de pensar si servía el mismo algoritmo para que el robot hiciera el trayecto de ida y de vuelta. Desde la perspectiva de *cuestionar* del PC, se desarrollan habilidades de pensamiento crítico:

P6: [A la pregunta si sirve el mismo algoritmo para ir y volver] La tarea del trayecto de ida y vuelta promueve la reversibilidad de pensamiento (Afirmación del participante 6, 2023).

O bien, el mismo participante P6, admite que la *vivencia* de esta actividad por las futuras maestras es un reto para ellas cuando se tienen que poner en la situación de su futuro alumnado:

P6: Se promueve que el futuro maestro se plantee como pensaría un niño para resolver la tarea (Afirmaciones del participante 6, 2023).

No pudimos identificar en los comentarios de los participantes indicadores referentes al componente de *adaptación al currículum a las diferentes necesidades individuales*, así como, . tampoco se identificaron indicadores referentes al componente *aprendizaje* de esta idoneidad, por ejemplo, no salió el tema de la evaluación de este tipo de actividades.

4. 3 Idoneidad Interaccional de la actividad

Identificamos también pocos comentarios, solo dos, que reinterpretemos relacionados con la Idoneidad Interaccional. En relación con los indicadores de *interacción entre los estudiantes e interacción maestra-estudiantes*, P9 mostró su preocupación por la importancia de la puesta en común de la actividad y la formulación de los objetivos para asegurar que las futuras maestras tengan claro el objetivo de la actividad y donde deben poner el foco porque, según este participante, es habitual que las estudiantes se focalicen en detalles como, por ejemplo, el diseño amable del robot, en lugar de hacerlo en lo importante (el desarrollo del PC).

En cambio, P10 puso en valor que la actividad promueve la *autonomía*, otro de los indicadores de este componente, ya que se trata de tareas auto validables (si se programa el robot para que se desplace hasta un punto y no llega, es el resultado mismo de la trayectoria realizada que valida la resolución de la tarea) y no se precisa que sea la maestra quien proporcione la validación.

No fueron identificados comentarios relacionados con el componente *evaluación formativa* que puede favorecer esta actividad. Como se ha expuesto en el apartado anterior, en la puesta en común no salió el tema de la evaluación.

4. 4 Idoneidad Afectiva de la actividad

La Idoneidad Afectiva hace referencia a la motivación de los estudiantes para participar y mantener el interés en la actividad propuesta. Como resultado de nuestras observaciones, anotamos en nuestro diario anecdótico que los participantes estuvieron interactuando durante todo el tiempo con el robot (en las mesas, pero también distribuidos por el suelo de la sala), con los otros grupos y con los autores que dirigían el taller, realizando todas las tareas animadamente y emitiendo comentarios entusiastas y preguntas al respecto.

Por lo tanto, podemos afirmar que las tareas desarrolladas en el taller fueron motivadoras para los participantes. No obstante, solo se identificó el comentario explícito de P9 acerca de la idónea *selección de las tareas y las emociones*, indicadores de Idoneidad Afectiva, cuando manifestó en la puesta en común que la actividad fue divertida y motivadora. No se identificaron comentarios relacionados con las *actitudes* que pueden promover estas tareas en los estudiantes.

4. 5 Idoneidad Mediacional de la actividad

Como era de esperar, debido al protagonismo del robot educativo utilizado en el taller y a la novedad que representaba para los participantes, muchas de sus intervenciones se referían a la Idoneidad Mediacional. Concretamente transcribimos y reinterpretemos siete comentarios, seis de ellos acerca del *recurso material* usado y de las bondades del uso de la tecnología asociada al *BlueBot*. Por ejemplo, P5 expone que se trata de una tecnología fácil de usar y de entender su funcionamiento y que no actúa como una limitación para las futuras maestras en relación con tener que pensar en cómo enseñar con ella, como a veces ocurre con videojuegos o applets o *app's* que es más complicado de entender cómo se usan.

Hay un comentario, el de P4, referente al indicador *tiempo* de este componente. Este participante se mostraba reacio a invertir toda una sesión a *jugar* con el robot, teniendo en cuenta el tiempo de que se dispone para dar el resto de los contenidos matemáticos previstos en el plan docente.

No se pudieron identificar comentarios relacionados con indicadores del componente referente a el *número de estudiantes* o las *condiciones de las aulas* para realizar este tipo de actividades.

4. 6 Idoneidad Ecológica de la actividad

Respecto a la Idoneidad Ecológica, a partir de los comentarios de la *adaptación al currículum* de la actividad, sobre todo en los que respecta al desarrollo del PC y a la creación de situaciones de aprendizaje tal y como se definen en el nuevo currículum, se generó un debate acerca de si en la formación de maestros se debe enseñar el currículum vigente. Los participantes se preguntaban si la formación de profesorado tiene que estar bajo la influencia de las políticas educativas del momento o debe situarse por encima. Surgió la idea de enseñar a saber gestionar un currículum (cualquiera), a actuar dentro de sus directrices y a ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a la sucesión de currículums que un maestro seguro que va a tener que gestionar a lo largo de su vida profesional.

También se hicieron valoraciones muy positivas acerca de la interdisciplinariedad de la actividad, ya que permitía *las conexiones* con otras disciplinas como la física, y con diversos contenidos matemáticos, además del computacional, como la medida, el conteo, etc.

Hubo aportaciones sobre la definición de PC (ya que los participantes no eran conocedores del marco teórico aportado en este artículo) y emergió la falta de consenso existente al respecto, aunque prevaleció la idea de que forma parte de las matemáticas y está

muy conectado con la lógica matemática, como un lenguaje que permite dar (y recibir) instrucciones a otro (objeto o persona) para que efectúe alguna acción, como un desplazamiento, giro, etc. Para ello, se puede utilizar la tecnología (como un robot educativo o un programa) pero que no es estrictamente necesario, surgiendo así la idea de PC desenchufado (en inglés, *unplugged*). Esta última noción se refiere a dar instrucciones de forma verbal a una persona que es quien ejecuta con su cuerpo las instrucciones.

No se identificaron comentarios explícitos referentes al componente utilidad *sociolaboral* de la actividad ni de la *innovación didáctica* de la misma.

5 Discusión y conclusiones

Es importante destacar que los expertos formadores de profesorado de Matemáticas que participaron en el taller, aunque eran especialistas en Didáctica de las Matemáticas y estaban acostumbrados a diseñar, programar y valorar prácticas educativas, no dominaban ni el marco conceptual del PC (Brennan; Resnick, 2012) ni la herramienta de los CID (Breda; Font; Pino-Fan, 2018). Además, para la mayoría de ellos, era la primera vez que interactuaban con un robot educativo como el *BlueBot*, y ninguno había participado en un taller focalizado en el desarrollo del PC mediante este robot.

En las últimas décadas se ha observado un avance significativo en el desarrollo de la tecnología, lo que ha llevado a todos los países a reconsiderar sus políticas públicas en diversos ámbitos, especialmente en el ámbito educativo (Wing, 2006). Esta tendencia ha impulsado, por ejemplo, la incorporación del Pensamiento Computacional (PC) en los currículos educativos, como una habilidad fundamental a desarrollar desde los primeros niveles de escolaridad (Grover; Pea, 2013; Jara; Hepp, 2016).

Así pues, en relación con los niveles que proponen Estebanell *et al.* (2018), los participantes actuaron en la primera parte del taller, cuando *vivenciaron* la actividad como alumnado de educación infantil, con el nivel de usuario, para luego pasar al nivel de usuario reflexivo, cuando realizaron y pusieron en común sus reflexiones y valoraciones de la actividad. En este sentido, actuaron en los mismos niveles que lo hacen las futuras maestras cuando se les plantea la actividad en su formación, aunque el nivel de reflexión y valoración de los participantes en el taller fue, obviamente, muy superior debido a sus conocimientos didáctico-matemáticos, fundamentados en su formación y en sus años de experiencia en docencia e investigación.

Esta investigación tenía como objetivo determinar los criterios en los que se basan los

formadores de profesores y expertos investigadores en Didáctica de las Matemáticas para valorar una actividad sobre Pensamiento Computacional (PC) utilizando el robot educativo *BlueBot*, así como interpretar estos criterios en términos de los Criterios de Idoneidad Didáctica (CID). Los resultados mostraron que la actividad fue valorada muy positivamente, con una alta idoneidad didáctica, inferida a partir del análisis y la reinterpretación de las valoraciones realizadas en términos de los CID. En particular, el robot educativo *BlueBot* fue considerado un recurso tecnológico útil para promover el desarrollo del PC en la etapa infantil, y también para las futuras maestras, al facilitar un enfoque interdisciplinar. Este enfoque permite establecer conexiones entre distintas disciplinas, como matemáticas y física, así como entre diferentes contenidos matemáticos, tales como medida, numeración y proporcionalidad, y entre diversos significados de un mismo concepto matemático, como los distintos significados de medir.

Los expertos en Didáctica de la Matemática, que son además investigadores y formadores de profesores, aunque no conozcan los CID, organizan sus valoraciones atendiendo a algunos criterios que pueden reinterpretarse en términos de los indicadores de los CID, aunque no se pudieron identificar todos ellos. Este resultado coincide con lo encontrado en Font *et al.* (2018), al analizar narrativas de futuro profesorado. Una explicación plausible de este fenómeno radica en el origen consensual de los indicadores y componentes de los CID.

De la misma manera, sin conocer explícitamente el marco conceptual que define el PC, los participantes, con sus valoraciones, hicieron referencias a algunas dimensiones de este, sobre todo a aquellas que se agrupan como perspectivas computacionales. Es decir, a aquellos aspectos que la resolución de problemas computacionales permite que nos situemos respecto a las tecnologías, como utilizarlas como otro medio de expresión, conectarlas con otros conocimientos y aprender a ser más críticos a partir de aprender a cuestionar (Wing, 2006). Este resultado refuerza la idea de que tanto los conceptos como las prácticas del PC, tal y como son definidas por Brennan y Resnick (2012), tienen características particulares que, aunque próximas a las del desarrollo del Pensamiento Matemático (PM), requieren que el desarrollo del PC sea abordado con prácticas educativas específicas.

Los participantes, aparte de realizar la valoración de la idoneidad mediacional, que es obvia por el protagonismo del recurso tecnológico utilizado, se preocuparon, sobre todo, de valorar y justificar la idoneidad epistémica y ecológica. También emitieron valoraciones sobre la idoneidad cognitiva, dejando un poco de lado la valoración de la idoneidad interaccional y afectiva. Este hecho es un resultado que contrasta con las valoraciones que habitualmente hacen las futuras maestras, que se centran, sobre todo, en la idoneidad interaccional y afectiva (Sala-Sebastià; Breda; Farsani, 2022).

La valoración de aspectos de adecuación al currículum (idoneidad ecológica) generó un rico debate que puso en duda si los formadores debían ceñirse a la enseñanza de un currículum concreto, que va cambiando en función del color político del momento, o si debían abrirse a la enseñanza de cómo manejar un currículum para aprender a adaptarse a trabajar con sus directrices. Otro de los aspectos que generó discusión fue cómo definir el PC, aunque se llegó al consenso de que hace referencia al uso de un lenguaje para dar (y entender) instrucciones para que otro las ejecute. Como la lógica, el desarrollo del PC desde las primeras edades promueve la organización y estructuración del pensamiento, lo que facilita la resolución de problemas matemáticos (y de la vida cotidiana).

Finalmente, no podemos dejar de poner en manifiesto la innovación de esta investigación basada en el análisis de la puesta en común realizada por formadores de profesorado, que son también investigadores y especialistas en Didáctica de las Matemáticas, después de su participación en un taller con una actividad de desarrollo de PC para maestras de EI que fue adaptada para la ocasión. El tiempo de implementación del taller fue mucho más reducido que el de la implementación original con las futuras maestras, y esto podría suponer una limitación si el objetivo de la implementación hubiera sido el mismo. No obstante, el objetivo de la implementación del taller no era desarrollar el PC ni los conocimientos didácticos asociados al PC de los participantes (ya que estos no son estudiantes sino expertos especialistas en la materia), sino que consistía en que conocieran a fondo el tipo de actividad para que su valoración de esta, en la puesta en común, pudiera ser más rica.

De todos modos, la puesta en común presenta la fortaleza del contraste de opiniones y el debate entre los participantes, pero también merece ser destacada la limitación impuesta por la concreción del taller y por el tiempo de duración dentro de la programación de la jornada en la que se realizó. Esta limitación tiene implicaciones en cuanto a una posible generalización de los resultados, aunque no es el propósito de la investigación, para lo cual se requeriría una implementación más amplia del taller.

Se trata de un trabajo original e innovador, ya que analiza las valoraciones de una actividad de desarrollo de PC con *BlueBot* para futuras maestras de EI, realizadas por expertos después de "vivenciar" esta actividad, con resultados interesantes que nos permiten tener una primera idea de qué aspectos priorizan los expertos cuando valoran las actividades, con el fin de focalizarnos en ellos y mejorar el diseño de este tipo de actividades y su implementación.

Como conclusión general entendemos que el diseño e implementación de programas de formación son esenciales para atender las exigencias del nuevo currículo. Se hace necesario diseñar e implementar programas de formación para orientar a las futuras maestras (en su

mayoría mujeres) y a los maestros y maestras en activo, con el fin de promover el desarrollo del PM a través del PC (Grover; Pea, 2013). La reflexión sobre la práctica educativa es un aspecto central en el trabajo que se presenta.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias a los proyectos: a) *Pensament Computacional i robòtica amb perspectiva de gènere a l'educació Infantil i Primària* (EDU145/23/000006), financiado por la Generalitat de Catalunya, Departament d'Educació; b) *Criteris i recursos per al desenvolupament del Pensament Computacional amb robots educatius i per a la seva avaluació a l'Educació Infantil i Primària* (2024 ARMIF 00017), Generalitat de Catalunya (AGAUR); c) Trayectoria de enseñanza y aprendizaje para la alfabetización digital en la asignatura de matemática de educación básica: un estudio longitudinal en las regiones del Maule, Biobío y La Araucanía (Fondecyt N°1251801); and d) PID2021-122326OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

Contribuciones de autoría

Todos los autores contribuyeron sustancialmente a la concepción y planificación del estudio; a la obtención, análisis e interpretación de los datos; a la redacción y revisión crítica del manuscrito; y aprobaron la versión final que será publicada.

Disponibilidad de datos

Los datos generados o analizados durante este estudio están incluidos en este artículo publicado.

Referencias

- ALSINA, Á.; ACOSTA, Y. Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del pensamiento computacional: una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. **UNIÓN**, Revista Iberoamericana de Educación Matemática, Madrid, v. 52, p. 218-235, 2018.
- ARANDA, M. R.; ESTRADA ROCA, A.; MARGALEF MARTÍ, M. Idoneidad didáctica en educación infantil: matemáticas con robots Blue-Bot. **EDMETIC**, Córdoba, v. 8, n. 2, p. 150-168, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v8i2.11589>. Consultado en: 18 abr. 2025.

ARLEGUI, J.; PINA, A. Didáctica de la robótica educativa: un enfoque constructivista. Madrid: Dextra Editorial S.L., 2016.

BERS, M. U. Engineers and storytellers: Using robotic manipulatives to develop technological fluency in early childhood. In: SARACHO, O. N.; SPODEK, B. (ed.), **Contemporary perspectives on science and technology in early childhood education**, Charlott: Information Age, 2008. p. 105-125.

BERS, M. U.; HORN, M. M. S. Tangible programming in early childhood: Revisiting developmental assumptions through new technologies. In: BERSON, I. R.; BERSON, M. J. (ed.). **High-tech tots: Childhood in a digital world**. Charlotte: Information Age Publishing, 2010. p. 49-69.

BREDA, A.; DO ROSÁRIO LIMA, V. M. Estudio de caso sobre el análisis didáctico realizado en un trabajo final de un máster para profesores de matemáticas en servicio. **Journal of Research in Mathematics Education**, Barcelona, v. 5, n. 1, p. 74–103, 2016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4471/redimat.2016.1955>. Consultado en: 18 abr. 2025.

BREDA, A.; FONT, V.; PINO-FAN, L. R. Criterios valorativos y normativos en la Didáctica de las Matemáticas: el caso del constructo idoneidad didáctica. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 32, n. 60, p. 255–278, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a13>. Consultado en: 18 abr. 2025.

BREDA, A.; PINO-FAN, L. R.; FONT, V. Meta didactic-mathematical knowledge of teachers: Criteria for the reflection and assessment on teaching practice. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, Istambul, v. 13, n. 6, p. 1893–1918, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01207a>. Consultado en: 18 abr. 2025.

BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 93., 2012, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: American Educational Research Association, 2012. p. 1-25. Disponible en: <https://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>. Consultado en: 12 feb. 2026.

CASEY, J. E.; PENNINGTON, L. K.; MIRELES, S. V. Technology acceptance model: Assessing preservice teachers' acceptance of floor-robots as a useful pedagogical tool. **Technology, Knowledge and Learning**, London, v. 26, n. 3, p. 499-514, 2021.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. 6. ed. Abingdon: Routledge, 2007.

CONDE, M. Á.; RODRÍGUEZ-SEDANO, F. J.; FERNÁNDEZ-LLAMAS, C.; GARCÍA-PENALVO, F. J. Evaluación de la aplicación de robots y dispositivos físicos para la integración de STEAM y el desarrollo de pensamiento computacional. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN, 6., 2021, Madrid. **Actas...** Zaragoza: Publicaciones de la Universidad de Zaragoza, 2021. p. 335-340. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10612/21905>. Consultado en: 12 feb. 2026.

DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ. **Decret 175**, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica. Disponible en: <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2022/09/27/175>. Consultado en: 12 feb. 2026.

DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ. **Decret 21**, de 7 de febrer d'ordenació dels ensenyaments de l'educació infantil. Disponible en: <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2023/02/07/21>. Consultado en: 12 feb. 2026.

DIAGO NEBOT, P. D.; ARNAU VERA, D.; GONZÁLEZ-CALERO SOMOZA, J. A. Elementos de resolución de problemas en primeras edades escolares con Bee-bot. **EDMA 0-6: Educación Matemática en la Infancia**, Madrid, v. 7, n. 1, p. 12-41, 2018. Disponible en: <https://revistas.uva.es/index.php/edmain/en/article/view/5887/4407>. Consultado en: 12 feb. 2026.

ESTEBANELL, M.; LÓPEZ, V.; PERACLAULA-BOSCH, M.; SIMARRO, C.; CORNELLÀ, P.; COUSO, D.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, J.; ALSINA, À.; BADILLO, E.; HERAS, R. **Pensament Computacional en la formació de mestres**. Girona: Servei de Publicacions UdG, 2018.

FONT, V.; BREDÀ, A.; GIACOMONE, B.; GODINO, J. D. Análisis de narrativas de futuros profesores con el modelo de conocimientos y competencias didáctico-matemáticas (CCDM). In: INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 22., 2018, Gijón. **Actas...** Gijón: SEIEM, 2018. p. 23-38. Disponible en: <https://www.seiem.es/acta/xxii-2018-gijon/>. Consultado en: 12 feb. 2026.

FONT, V.; PLANAS, N.; GODINO, J. D. Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. **Infancia y Aprendizaje**, Londres, v. 33, n. 1, p. 89-105, 2010.

GARCÍA-PEÑALVO, F. J.; MENDES, A. J. Exploring the computational thinking effects in pre-university education. **Computers in Human Behavior**, Amsterdam, v. 80, p. 407-411. 2018.

GODINO, J. D.; BATANERO, C.; FONT, V. The onto-semiotic approach to research in mathematics education. **ZDM - International Journal on Mathematics Education**, Heidelberg, v. 39, n. 1-2, p. 127-135, 2007.

GODINO, J. D.; BATANERO, C.; FONT, V. The onto-semiotic approach: Implications for the prescriptive character of didactics. **For the Learning of Mathematics**, Montreal, v. 39, n. 1, p. 37-42, 2019.

GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. **Educational Researcher**, Washington, v. 42, n. 1, p. 38-43, 2013. Disponible en: <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>. Consultado en: 18 abr. 2025.

JARA, I.; HEPP, P. Enseñar Ciencias de la Computación: Creando oportunidades para los jóvenes de América Latina. **CS White Paper Latam**: Microsoft. s/l: Microsoft, 2016. Disponible en: <https://www.microsoft.com/es-es/education>. Consultado en: 18 abr. 2025.

KAZAKOFF, E. R.; SULLIVAN, A.; BERS, M. U. The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. **Early Childhood Education Journal**, New York, v. 41, n. 4, p. 245-255, 2013. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>. Consultado en: 18 abr. 2025.

KONG, S. C.; LAI, M.; SUN, D. Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. **Computers & Education**, Oxford, v. 151, p. 103872, jul. 2020.

LLORENS LARGO, F.; GARCÍA PEÑALVO, F. J.; MOLERO PRIETO, X.; VENDRELL VIDAL, E. La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. **Education in the Knowledge Society (EKS)**, Salamanca, v. 18, n. 2, p. 7-17, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.14201/eks2017182717>. Consultado en: 18 abr. 2025

MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO Y FORMACIÓN PROFESIONAL -MEFP. **Real Decreto 157**, de 1 de marzo de 2022, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Madrid: MEFP, 2022. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>. Consultado en: 12 feb. 2026.

MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO Y FORMACIÓN PROFESIONAL -MEFP. **Real Decreto 95**, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. Madrid: MEFP, 2022. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/02/01/95/con>. Consultado en: 12 feb. 2026.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, Thousand Oaks, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MONDADA, F.; BONANI, M.; RIEDO, F.; BRIOD, M.; PEREYRE, L.; RETORNAZ, P.; MAGNENAT, S. Bringing Robotics to Formal Education: The Thymio Open-Source Hardware Robot. **IEEE Robotics and Automation Magazine**, Hoboken, v. 24, n. 1, p. 77-85, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/MRA.2016.2636372>. Consultado en: 18 abr. 2025.

MUÑOZ, L.; VILLARREAL, V.; MORALES, I.; GONZALEZ, J.; NIELSEN, M. Developing an interactive environment through the teaching of mathematics with small robots. **Sensors**, Basel, v. 20, n. 7, e1935, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/s20071935>. Consultado en: 18 abr. 2025.

PALMER, H. Programming in preschool—with a focus on learning mathematics. **International Research in Early Childhood Education**, Melbourne, v. 8, n. 1, p. 75-87, 2017.

PAPADAKIS, S. Robots and robotics kits for early childhood and first school age. **International Association of Online Engineering**, Vienna, v. 14, n. 18, p. 34-56, 2020.

PÉREZ BUJ, G.; DIAGO NEBOT, P. D. Estudio exploratorio sobre lenguajes simbólicos de programación en tareas de resolución de problemas con Bee-bot/ Exploratory study on symbolic programming languages in problem-solving activities with Bee-bot. **Magister**, Oviedo, v. 30, n. 1-2, p. 9-20, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.17811/msg.30.1.2018.9-20>. Consultado en: 18 abr. 2025.

PINO-FAN, L. R.; GODINO, J. D. Perspectiva ampliada del conocimiento didáctico-matemático del profesor. **Paradigma**, Maracay, v. 36, n. 1, p. 87-109, 2015.

SALA-SEBASTIÀ, G.; BREDÀ, A.; SECKEL, M. J.; FARSANI, D.; ALSINA, À. Didactic–Mathematical–Computational Knowledge of Future Teachers When Solving and Designing Robotics Problems. **Axioms**, Basel, v. 12, n. 2, p. 119, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/axioms12020119>. Consultado en: 18 abr. 2025.

SALA-SEBASTIÀ, G.; BREDÀ, A.; FARSANI, D. Future early childhood teachers designing problem-solving activities. **Journal on Mathematics Education**, Palembang, v. 13, n. 2, p. 239–256, 2022. Disponible en: <http://doi.org/10.22342/jme.v13i2.pp239-256>. Consultado en: 18 abr. 2025.

SECKEL, M. J.; BREDÀ, A.; FONT, V.; VÁSQUEZ, C. Primary school teachers' conceptions about the use of robotics in mathematics. **Mathematics**, Basel, v. 9, n. 24, e3186, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/math9243186>. Consultado en: 18 abr. 2025.

SECKEL, M. J.; BREDÀ, A.; FARSANI, D.; PARRA, J. Reflections of future kindergarten teachers on the design of a mathematical instruction process didactic sequences with the use of robots. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, Istanbul, v. 18, n. 10, e-em2163, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.29333/ejmste/12442>. Consultado en: 18 abr. 2025.

SECKEL, M. J.; VÁSQUEZ, C.; SAMUEL, M.; BREDÀ, A. Errors of programming and ownership of the robot concept made by trainee kindergarten teachers during an induction training. **Education and Information Technologies**, Norwell, v. 27, n. 3, p. 2955-2975, 2022. Disponible en:



<https://doi.org/10.1007/s10639-021-10708-8>. Consultado en: 18 abr. 2025.

SHULMAN, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, New York, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>. Consultado en: 18 abr. 2025.

Enviado el: 30 de octubre de 2023.

Aprobado el: 05 de noviembre de 2025.

Editor Jefe Responsable: Prof. Dr. Roger Miarka

Editor Asociado Responsable: Prof. Dr. Jhony Alexander Villa-Ochoa