

¿De qué se preocupan los futuros maestros cuando diseñan problemas robóticos?

Gemma Sala-Sebastià

gsala@ub.edu

<https://orcid.org/0000-0001-9830-312X>

Universitat de Barcelona (UB)

Barcelona, España

Pere J. Falcó-Solsona

pfalcoso7@alumnes.ub.edu

<https://orcid.org/0000-0002-0475-7284>

Universitat de Barcelona (UB)

Barcelona, España

Neus Inglada Rodríguez

ninglada@ub.edu

<https://orcid.org/0000-0002-5741-7531>

Universitat de Barcelona (UB)

Barcelona, España

Alexandre Cortés da Silva

alcortesdasilva@ub.edu

<https://orcid.org/0000-0001-7403-4893>

Universitat de Barcelona (UB)

Barcelona, España

Recibido: 20/03/2023 **Aceptado:** 01/05/2023

Resumen

Es importante la incorporación del desarrollo del pensamiento computacional, ya en las primeras edades, para abordar los retos de la sociedad actual y del futuro, con un nivel científico y tecnológico en auge. Son cada vez más los países que incorporan en sus currículos el pensamiento computacional, como por ejemplo el currículum español y catalán que, en la renovación de este mismo año, por primera vez lo incorporan explícitamente en el currículum de Educación Infantil. El objetivo general de esa investigación es caracterizar la idoneidad didáctica de los diseños de los futuros maestros de Educación Infantil sobre una tarea de resolución de problemas con el uso del robot educativo Blue-Bot, para alumnado de 5 años. Los participantes fueron 97 estudiantes de la asignatura de Didáctica de las Matemáticas del Grado de Educación Infantil de una universidad catalana (en España). El análisis cualitativo se llevó a cabo mediante la herramienta Criterios de Idoneidad Didáctica del Enfoque Ontosemiótico. Los resultados apuntan que a los futuros maestros lo que más les preocupa es la idoneidad afectiva y motivacional de sus diseños.

Palabras clave: Educación Infantil. Enfoque Ontosemiótico. Futuros maestros. Idoneidad didáctica. Problemas robóticos.

Com quais aspectos se preocupam os futuros professores quando desenham problemas robóticos?

Resumo

É importante incorporar o desenvolvimento do pensamento computacional, mesmo em uma idade precoce, a fim de enfrentar os desafios da sociedade de hoje e do futuro, visto o nível científico e tecnológico em ascensão. Há uma expansão de países que contemplam o pensamento computacional nos seus currículos, tais como os currículos espanhóis e catalães que, na reforma curricular deste ano de 2023, pela primeira vez, o incorporam explicitamente no currículo da Educação Infantil. O objetivo geral desta pesquisa é caracterizar a adequação didática dos desenhos dos futuros professores de Educação Infantil para uma tarefa de resolução de problemas utilizando o robô educativo Blue-Bot, para estudantes de 5 anos. Participam do estudo 97 estudantes do curso de Didática Matemática do Curso de Educação Infantil de uma universidade catalã (Espanha). A análise qualitativa foi realizada utilizando a ferramenta Critérios de Adequação Didática da Abordagem Ontossemiótica. Os resultados mostram que os futuros professores estão mais preocupados em incorporar nos seus desenhos os critérios de adequação afetiva e motivacional.

Palavras chave: Abordagem Ontossemiótica. Adequação didática. Desenho de problemas robóticos. Educação Infantil. Futuros professores.

What do future teachers care about when designing robotic problems?

Abstract

It is important to incorporate the development of computational thinking, even at an early age, to address the challenges of today's society and the future, with scientific and technological level on the rise. More and more countries are contemplating computational thinking into their curricula, such as the Spanish and Catalan curricula, which, in this year's renewal, explicitly incorporate it into the kindergarten curriculum for the first time. The general objective of this research is to characterize the didactic suitability of the designs of future early childhood education teachers for a problem-solving task using the educational robot Blue-Bot, for 5-year-old students. The participants were 97 students of the Mathematics Didactics course of the Early Childhood Education Degree at a Catalan university (in Spain). The qualitative analysis was carried out using the Didactic Suitability Criteria tool of the Ontosemiotic Approach. The results show that future teachers are most concerned about their designs' affective and motivational suitability.

Keywords: Early Childhood Education. Didactic Suitability. Ontosemiotic approach. Robotic problems design. Teachers in training.

Introducción

En la última década el importante desarrollo científico, tecnológico y social ha influido fomentando cambios en el sistema educativo, resultando el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) un aspecto central para preparar a todos los estudiantes para vivir y actuar de forma competente en el mundo contemporáneo. Según Wing (2006) y Zapata-Ros (2019),

dicha incorporación debe ocurrir de manera progresiva, pero empezando ya desde la temprana edad a partir de la noción de PC desenchufado (en inglés, “Computational thinking unplugged”). La noción de PC desenchufado hace referencia, pues, al conjunto de actividades, y su diseño educativo, que se elaboran para fomentar en los niños y niñas, en las primeras etapas de desarrollo cognitivo (Educación Infantil, primer tramo de la Educación Primaria, juegos en casa con los padres y los amigos, etc.), habilidades que luego podrán ser evocadas para favorecer y potenciar un buen aprendizaje del PC en otras etapas o en la formación técnica, profesional o en la universitaria incluso. Como concreta Zapata-Ros (2019), actividades que se suelen hacer con fichas, cartulinas, juegos de salón o de patio, juguetes mecánicos, etc.

Diversos países latinos han incorporado el PC en los planes de estudios escolares (JARA; HEPP, 2016) empezando ya en la Educación Infantil (GROVER; PEA, 2013), en algunos casos por medio de una asignatura específica de computación y en otros incluyéndolo en una asignatura de matemáticas. En España recientemente ha sido aprobada una reforma curricular de la educación que afecta a todos los niveles, desde la Etapa de Infantil hasta el Bachillerato. El currículum de la comunidad autónoma de Catalunya (España) concreta que una de las competencias específicas que debe desarrollar el estudiante en la asignatura de matemáticas al final de la Educación Básica es utilizar el PC para el desarrollo de procesos matemáticos, en particular, para resolver problemas y modelizar de forma eficiente (CATALUNYA, Decret 175/2022). Centrándonos en la etapa de Educación Infantil (alumnos de 3 a 6 años), el actual currículo catalán (CATALUNYA, Decret 21/2023), incorpora el PC por primera vez en el área de descubrimiento y exploración del entorno, con la finalidad, entre otras, de incentivar que los estudiantes desarrollen procesos de resolución de problemas (ALSINA, 2022; ESPAÑA, Real Decreto 95/2022). Se trata pues de una definición curricular, la del Ministerio de Educación de España, que muestra una clara apuesta por la integración del PC y el Pensamiento Matemático (PM).

Es una evidencia que los programas de formación de profesorado deben contemplar estas novedades curriculares, fomentando el PC en los Grados de Maestro desde la Educación Infantil (RIBEIRO; COUTINHO; COSTA, 2011). Por lo tanto, se pone de manifiesto la necesidad de orientar al profesorado en activo y al futuro profesorado de Educación Infantil para desarrollar el PM a través del PC y reflexionar sobre su práctica, sea a partir de la resolución de problemas de programación con el uso de robots educativos (SECKEL et al., 2022) o bien, a partir del

diseño de problemas o de una secuencia didáctica con el uso de robots didácticos (Blue-Bot o similares) adaptados a las primeras edades (BENTON et al., 2017; SECKEL; et al., 2022; SULLIVAN; STRAWHACKER; BERS, 2017; SALA-SEBASTIÀ et al., 2023).

En los últimos cinco años se han llevado a cabo investigaciones sobre las prácticas pedagógicas y las concepciones del profesorado en relación con el uso de robots o el desarrollo del PC por medio de la robótica en el aula (TANG; TUNG; CHENG, 2020; CASEY; PENNINGTON; MIRELES, 2021; entre otros) y, en particular, con el uso de robots didácticos en las primeras edades (SCHINA; ESTEVE-GONZALEZ; USART, 2021; SECKEL et al., 2021).

La investigación que se llevó a cabo y que se expone en este artículo se centró en los futuros maestros de Educación Infantil cuando, como parte de su formación, se les pide que realicen el diseño de una práctica educativa para promover el PC en alumnado de 5 años y reflexionen sobre ella. De esta manera, el objetivo general de esta investigación fue caracterizar la idoneidad didáctica de los diseños de los futuros maestros de Educación Infantil sobre una tarea de resolución de problemas con el uso del robot educativo Blue-bot, para alumnado de 5 años.

1. Marco Teórico

El marco teórico del Enfoque Ontosemiótico (EOS) (GODINO; BATANERO; FONT, 2007), ofrece el modelo del Conocimiento Didáctico–Matemático (CDM) que interpreta y caracteriza los conocimientos del profesorado a partir de tres dimensiones: dimensión matemática, dimensión didáctica y dimensión meta didáctico-matemática.

La dimensión matemática del CDM incluye dos subcategorías de conocimientos: conocimiento común del contenido (conocimiento sobre un objeto matemático concreto que se considera suficiente para resolver los problemas o tareas propuestas en el currículum de matemáticas de un nivel educativo determinado) y conocimiento ampliado del contenido (están más adelante en el currículum del nivel educativo en cuestión, o en un nivel siguiente) (PINO-FAN; GODINO, 2015).

La dimensión didáctica del CDM incluye las siguientes subcategorías del conocimiento: conocimiento especializado de la dimensión matemática (faceta epistémica); conocimiento sobre los aspectos cognitivos de los estudiantes (faceta cognitiva); conocimiento sobre los

aspectos afectivos, emocionales y actitudinales de los estudiantes (faceta afectiva); conocimiento sobre las interacciones que se suscitan en el aula (faceta interaccional); conocimiento sobre los recursos y medios que pueden potenciar los aprendizajes de los estudiantes (faceta mediacional); y conocimiento sobre los aspectos curriculares, contextuales, sociales, políticos, económicos, etc., que influyen en la gestión de los aprendizajes de los estudiantes (faceta ecológica).

Finalmente, queremos hacer especial atención en este trabajo en la dimensión meta didáctico-matemática ya que es la que caracteriza los conocimientos que necesitan los docentes para reflexionar sobre su propia práctica, identificar y analizar el conjunto de normas y meta-normas que regulan los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, y evaluar la idoneidad didáctica para encontrar posibles mejoras en el diseño e implementación de dichos procesos (BREDA; PINO-FAN; FONT, 2017).

El EOS dispone de un instrumento que permite evaluar y analizar sistemáticamente los conocimientos del profesorado contemplados en la dimensión meta didáctico-matemática, los denominados Criterios de Idoneidad Didáctica (CID) (BREDA; FONT; PINO-FAN, 2018). Estos criterios se caracterizan de la siguiente manera: *Idoneidad Epistémica*, para valorar si las matemáticas que están siendo enseñadas son “buenas matemáticas”; *Idoneidad Cognitiva*, 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; *Idoneidad Interaccional*, para valorar si las interacciones resuelven dudas y dificultades de los alumnos; *Idoneidad Mediacional*, para valorar la adecuación de los recursos materiales y temporales utilizados en el proceso de instrucción; *Idoneidad Afectiva*, para valorar la implicación (intereses y motivaciones) de los alumnos durante el proceso de instrucción; *Idoneidad Ecológica*, para valorar la adecuación del proceso de instrucción al proyecto educativo del centro, las directrices curriculares, las condiciones del entorno social y profesional (FONT; PLANAS; GODINO, 2010). Estos criterios son operativos para realizar análisis y valoración de prácticas educativas o diseños gracias a su desglose en componentes e indicadores. En el Cuadro 1 se detallan los componentes de cada uno de los criterios descritos anteriormente. El cuadro completo con los indicadores se puede encontrar en Breda, Pino-Fan y Font (2017).

Cuadro 1 – Criterios de idoneidad didáctica y componentes

Criterios de Idoneidad Didáctica	Componentes
Epistémico	Errores, Ambigüedades, Riqueza de procesos, Representatividad de la complejidad del objeto matemático.
Cognitivo	Conocimientos previos, Adaptaciones curriculares a las diferencias individuales, Aprendizaje, Alta demanda cognitiva.
Interaccional	Interacción profesor estudiante, Interacción entre estudiantes. Autonomía, Evaluación formativa.
Mediacional	Recursos materiales, Número de estudiantes, horario escolar y condiciones, Tiempo.
Afectivo	Intereses y necesidades, Actitudes, Emociones.
Ecológico	Adaptación al currículum, Conexiones intra-matemáticas e interdisciplinarias, Utilidad social y laboral, Innovación didáctica.

Fuente: Morales-López y Font (2019).

La noción de Idoneidad Didáctica tiene un impacto relevante en la formación de profesores en diferentes países (BREDA; FONT; LIMA, 2015), evidenciándose el uso de los CID en diferentes contextos de formación de matemáticas. Este constructo se usa tanto como dispositivo formativo pensado expresamente para enseñar la idoneidad didáctica, como herramienta para organizar la reflexión y el desarrollo del conocimiento meta didáctico-matemático del profesorado sobre su propia práctica, en cursos de formación del profesorado de Primaria y de Secundaria (BREDA, 2020; MORALES-LÓPEZ; FONT, 2019), así como, de futuros maestros de Infantil en el contexto de Catalunya (SALA-SEBASTIÀ; BREDA; FARSANI, 2022) y futuros maestros de Primaria para el uso de robots educativos (SECKEL; et al., 2021).

En relación con la adquisición de conocimientos necesarios por parte del profesorado para desarrollar PC en el alumnado, se proponen modelos de programas de formación de profesores (ESTEBANELL et al, 2018; KONG; LAI; SUN, 2020, entre otros). Concretamente, el modelo de Estebanell et al. (2018) está dirigido a la formación inicial de profesorado y 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 hecho al desarrollar un problema computacional, 3) nivel maestro: el profesorado enfrenta el desafío de decidir qué enseñar, qué esperan que sus estudiantes aprendan del PC y qué recursos y estrategias se implementarán y 4) nivel maestro reflexivo: el profesorado reflexiona sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje relacionado con el PC.

Centrándonos en el diseño de problemas, es necesario que el profesorado reconozca dos aspectos básicos a la hora de diseñar problemas (ARLEGUI; PINA, 2016). El primer aspecto, basado en el tipo de tarea que implica un problema de robótica, expresa que la resolución del mismo tiene que implicar 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 refiere a los 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).

2. Metodología

Esta investigación se enmarca en un paradigma interpretativo de tipo cualitativo (COHEN; MANION; MORRISON, 2007) con la finalidad de analizar la idoneidad didáctica de los diseños de tareas de resolución de problemas robóticos para alumnado de 5 años que realizaron los futuros maestros de Educación Infantil participantes.

2.1. Detalles de la secuencia didáctica implementada

Los recursos materiales utilizados en la investigación fueron los mostrados en la Figura 1, un robot educativo y unas tarjetas para representar las instrucciones para que el robot realice los movimientos que se desee. El robot educativo utilizado en la investigación fue el que se comercializa bajo el nombre de Blue-Bot. Es un robot analógico, es decir, para indicar las instrucciones para que realice los trayectos deseados se tiene que pulsar en las teclas que se encuentran en su espalda. El robot memoriza la secuencia de pulsaciones que el usuario ha realizado y cada vez que se quiera empezar una nueva secuencia de órdenes se debe pulsar la tecla de borrado, ya que, en caso contrario, las nuevas órdenes se añaden a las memorizadas 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 solo gira, no avanza. La programación puede considerar que el robot haga paradas en su recorrido si se incluyen pulsaciones de la tecla "Pause". Para escribir o representar las órdenes (pulsaciones) o algoritmo que el robot debe seguir, se pueden utilizar las tarjetas plastificadas mostradas en la Figura 1. Se trata de unas pequeñas tarjetas plastificadas que representan cada una de las teclas del robot. Cada tarjeta se reproduce las veces que se crea necesario para que los alumnos puedan escribir

o representar el algoritmo de su programa para que el robot realice el trayecto requerido, antes o después de ejecutar el programa.

Figura 1 – Recursos materiales usados en la investigación, de derecha a izquierda: Blue-Bot, robot educativo y fichas para representar las instrucciones



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Internet

Los participantes del estudio fueron dos grupos de estudiantes de la asignatura de Didáctica de las Matemáticas del Grado de Educación Infantil de una universidad catalana (Catalunya, España), un grupo de 50 estudiantes que estudia en el turno de mañana y el otro de 47 que estudia en el turno de tarde, en total 97 personas. Los futuros maestros y maestras se organizaron en equipos de trabajo para seguir una secuencia didáctica que les fue propuesta y, posteriormente, diseñar actividades con el Blue-Bot. En total fueron 17 equipos de trabajo denominados: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8.

Los datos para esta investigación se obtuvieron de las grabaciones de las sesiones implementadas, de las notas de campo de la primera autora y otra profesora, que actuaron como profesoras del grupo realizando una observación participante, y de los documentos escritos por los participantes, denominados [D1], [D2] y [D3].

La secuencia didáctica diseñada por la primera autora del artículo y otra profesora fue implementada con futuros maestros y maestras de Educación Infantil y contempló diversas sesiones en el aula y también trabajo autónomo de los equipos. La implementación fue realizada siguiendo el mismo esquema e indicaciones con los dos grupos de estudiantes, los del turno de mañana y los del turno de tarde.

La sesión 1, de 90 minutos de duración, fue implementada el 26/10/2022 con medio grupo y el 02/11/2022 con el otro medio grupo (de los estudiantes de cada turno), para tener una ratio de participantes lo suficientemente reducida para poder realizar las observaciones necesarias. Esta sesión 1 se dedicó a la resolución de problemas con el Blue-Bot, que fueron propuestos mediante un dossier que planteaba diversos problemas en base a preguntas, donde los futuros maestros debían actuar como usuarios (nivel usuario) para resolverlos. Las implementaciones de esta sesión fueron grabadas y se recogieron notas de campo. A continuación de haber participado en la sesión 1, los diversos equipos de participantes tenían encargado trabajo autónomo fuera del aula que consistía en escribir un documento [D1] con la reflexión profesional sobre el uso y aplicación del Blue-bot en la secuencia de resolución de problemas en que habían participado. Los documentos escritos de las tareas llevadas a cabo en la sesión 1, así como las grabaciones, se recogieron como fuente de datos a analizar en otra investigación, relacionada con la presente, que se puede consultar en Sala-Sebastià, Breda, Seckel, Farsani y Alsina (2023)¹.

La sesión 2, de 40 minutos de duración en el aula, se dedicó a la identificación de los aspectos clave que debe tener una actividad para poder ser considerada de resolución de problemas. Esta sesión se desarrolló en gran parte con una organización que contemplaba la interacción de todo el grupo clase. En primer lugar, se visionó el vídeo del cuento infantil “Por cuatro esquinitas de nada” de Jérôme Ruillier (título original “Quatre petits coins de rien du tout”) que se puede encontrar en Youtube en diversos idiomas. En este cuento los personajes — un grupo de amigos, unos cuantos cuadrados y un círculo— se encuentran con un problema que logran resolver siguiendo un proceso que evidencia ciertos pasos de una resolución de problemas. Después de la visualización, los estudiantes reflexionaron en grupo, pudiendo realizar inferencias a partir del vídeo, para confeccionar una lista de características de una actividad de resolución de problemas —el documento [D2]. Estas listas se pusieron en común con todo el grupo clase y, además, cada equipo envió la suya (donde había podido incluir aspectos de la puesta en común) a un fórum de la plataforma Moodle de la asignatura para que todos los equipos las pudieran ver.

Al finalizar la sesión 2, se les encargó a los equipos de trabajo que, de forma autónoma y fuera de clase, diseñaran una actividad de resolución de problemas robóticos con Blue-Bot

¹ El presente artículo es una adaptación de una parte del artículo aquí citado.

para alumnos de 5 años, basándose en la experiencia vivida —primero como usuarios del Blue-Bot (primera parte de la sesión 1, realizada en el aula) y después como profesionales (segunda parte de la sesión 1, en trabajo autónomo donde actuaban como usuarios reflexivos)— y también en la noción de problema consensuada en la sesión 2. Los documentos de los diseños [D3] realizados por escrito por los diversos equipos, así como los correspondientes a las características de la actividad de resolución de problemas [D2], son las principales fuentes de datos analizadas en el trabajo que se presenta en este artículo.

2.2. Instrumento de análisis

Con el objetivo de recoger todas las características que los diversos equipos de estudiantes tuvieron en cuenta, se realizó un análisis de contenido de todos los documentos [D2] de los 17 equipos. Se identificaron las características emergentes y cuáles de ellas eran coincidentes entre los diversos equipos. También, se analizó si en [D2] se contemplaban las características que debe presentar un problema robótico propuestas por Arlegui y Pina (2016). Después, se analizaron los diseños de un problema robótico y su posible implementación con niños de 5 años realizado por los participantes [D3]. Un primer nivel de análisis se dedicó a identificar cuáles de las características o aspectos-clave emergentes que debe tener un problema robótico —en los documentos [D2]—, aparecían contemplados en los diseños [D3].

Por último, para identificar la idoneidad de los diseños de los equipos de participantes de la investigación, se utilizó la herramienta de los CID, sus componentes y sus indicadores (Cuadro 1). Los resultados fueron triangulados con una experta del marco teórico del Enfoque Ontosemiótico.

3. Resultados

En este apartado se exponen los resultados referentes al análisis de los documentos [D2] —características de un problema robótico— y [D3] —diseños de un problema robótico para alumnado de 5 años.

3.1. Características de un problema robótico consideradas importantes

En el Cuadro 2 se muestran las características que los participantes consideraron que debía tener una actividad con objetivos didácticos para ser considerada un problema (características emergentes) a partir del análisis de los documentos [D2]. En el mismo cuadro se indica cuáles de estas características emergentes se tuvieron en cuenta en el diseño que

realizaron los participantes, a partir del análisis de [D3]. Para el análisis de [D3] también se consideraron las características (números 17, 18 y 19 en el Cuadro 2) de Arlegui y Pina (2016).

Cuadro 2 – Características de los problemas robóticos en los diseños

	Características emergentes de los problemas robóticos	Equipos que las mencionan en [D2]	%	Diseños que las contemplan en [D3]	%
1	Leer con atención/ observar el problema	A1, A9	11,8	-	0
2	Plantear el problema/situación problemática	A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8	88,2	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8	100,0
3	Formular una pregunta concreta, abierta, productiva, que haga pensar posibles soluciones	A6, A7, A8, B3, B4, B5, B6, B7, B8	52,9	A1, A5, A6, A8, B1, B3, B4, B5, B6, B7, B8	64,7
4	Hacer una reunión y pensar soluciones en grupo/hacer lluvia de ideas	A1, A2, A3, A4, A5, A7, A8, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8	94,1	A1, A2, A4, A5, A6, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8	82,4
5	Contemplar diferentes hipótesis que den respuesta al problema	A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8	82,4	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9, B1, B4, B5, B6, B7	82,4
6	Evaluar las hipótesis para saber cuáles se pueden llevar a cabo	B3	5,9	B2, B3, B8	17,6
7	Formular una última hipótesis	A2, A3, A4, A8	23,5	A2, A3, A4, A5, A7, B7	35,3
8	Proponer una hipótesis y llevarla a cabo para ver si es correcta/ probar la hipótesis	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A9, B1, B2, B3, B4, B6, B7, B8	88,2	A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9, B1, B3, B4, B5, B6, B7, B8	88,2
9	En el caso de que la hipótesis no sea la solución se tiene que volver a pensar en otras hipótesis	A6, B2, B3, B5, B6, B7, B8	41,2	A2, A6, A9, B3, B4, B5, B6, B7, B8	52,9
10	Preguntarnos porqué la respuesta es correcta/Validar la solución	A1, A4, A6, A7, A8, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B8	76,5	A1, A3, A6, A8, B1, B2, B4, B5, B6, B8	58,8
11	Celebrar los aciertos	A1, A3, A4, A5, A6, A7, A8, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8	88,2	A4, A5, A6, A8, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8	64,7
12	Reflexionar sobre posibles mejoras del proceso	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7	94,1	A1, A2, A3, A4, A5, A8, B1, B2, B3, B4, B6, B7	70,6
13	Los problemas tienen que ser motivadores para querer ser solucionados	A3	5,9	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, B1, B3, B4, B5, B6, B7, B8	82,4

	Características emergentes de los problemas robóticos	Equipos que las mencionan en [D2]	%	Diseños que las contemplan en [D3]	%
14	Los problemas tienen que invitar a reflexionar y a pensar	A3	5,9	A1, A4, A5, A6, A8, B1, B3, B4, B5, B6, B7, B8	70,6
15	Los problemas deben tener preguntas concretas que indiquen que se quiere que resuelvan los alumnos	A5, A6	11,8	A1, A5, A6, A8, B1, B3, B4, B5, B6, B7, B8	64,7
16	Las preguntas deben ser productivas y abiertas, que admitan más de una solución	A5, A6, A7, A8	23,5	A1, A3, A4, A5, A6, A8, B1, B3, B4, B5, B6, B7, B8	76,5
Características de los problemas robóticos según Arlegui y Pina (2016)					
17	Debe tener complejidad progresiva		A7, B1, B3,		23,5
18	Debe hacer referencia a aspectos conocidos y desconocidos		A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8		100
19	Debe situarse el problema en un escenario		A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8		100

Fuente: adaptado de Sala-Sebastià et al. (2023).

Las características emergentes numeradas de 1 a 12, en general, se refieren a las etapas de resolución de un problema y las numeradas de 13 a 16 se refieren a características sobre la naturaleza de los problemas. Las características emergentes que tienen más consenso (más de un 88% de los equipos de trabajo las mencionan) son las siguientes: 2-Plantear el problema/situación problemática; 4-Hacer una reunión y pensar soluciones en grupo/hacer lluvia de ideas; 8-Proponer una hipótesis y llevarla a cabo para ver si es correcta/probar la hipótesis; 11-Celebrar los aciertos; y 12-Reflexionar sobre posibles mejoras del proceso.

También se analizaron los documentos [D3] para identificar cuáles de estas características emergentes eran tenidas en cuenta por los equipos participantes al realizar sus diseños de problemas robóticos y el resultado se muestra también en la parte derecha del Cuadro 2. En este análisis, además de las características emergentes, se identificaron cuáles de las características de problema robótico (ARLEGUI; PINA, 2016) se tenían en cuenta: 1) ser de complejidad progresiva, 2) hacer referencia a aspectos conocidos y desconocidos y 3) situar el problema en un entorno (escenario).

Como se puede observar en el Cuadro 2, prácticamente todas las características emergentes, en [D2] identificadas solo por algunos de los equipos, aumentaron su presencia en los diseños [D3]. Es decir, por ejemplo, la característica número 9, “En el caso de que la hipótesis no sea la solución se tiene que volver a pensar en otras hipótesis”, que había sido

enunciada por un 41,2 % de los equipos cuando realizaron el listado de características, posteriormente al realizar sus diseños [D3], lo tienen en cuenta un 52,9% de los equipos, es decir, casi un 12% más de equipos. Hay dos características, la 11 y la 12, referidas a aspectos actitudinales y motivacionales, que sorprendentemente bajan de forma considerable el porcentaje en los diseños. La característica 1, enunciada en [D2] por dos equipos, no se contempla en ninguno de los diseños de [D3], posiblemente porque todos los problemas se plantean a partir de explicar una situación contextualizada y exponer una pregunta oral.

Las características referidas a la naturaleza de los problemas, de 13 a 16, aumentan considerablemente su presencia en los diseños [D3]. La mayoría de los equipos no las enunciaron en [D2] pero, no obstante, las tuvieron en cuenta en sus diseños.

Por otro lado, el análisis sobre las características de los problemas robóticos, de 17 a 19, revelan que solo un 23,5 % (correspondientes a 3 diseños) tienen en cuenta que los problemas presenten una complejidad progresiva (característica 17). En cambio, todos los diseños sitúan los problemas en un escenario de manera contextualizada (característica 19) y también hacen referencia a aspectos conocidos y desconocidos (característica 18).

3.2. Idoneidad didáctica de los diseños

Se analizó la idoneidad didáctica de los diseños correspondientes a los 17 equipos participantes mediante de la aplicación de los componentes —y sus indicadores— de los CID. Se han podido identificar evidencias del uso y aplicación de todos los criterios, en mayor o menor medida. En un 64,7% de los diseños se encontraron evidencias de indicadores de idoneidad afectiva, siendo el criterio que más preocupa a los futuros maestros. En segundo lugar, los diseños se preocupan por evidenciar la idoneidad interaccional (un 52,9 % de los diseños), seguido de la idoneidad epistémica (43,5% de los diseños) y de la mediacional (41,2%). Mientras que de donde obtenemos menos evidencias es de idoneidad ecológica (en un 11,8% de los diseños).

En relación con la *idoneidad epistémica*, la mitad de los diseños (9 de 17) contienen errores respecto al lenguaje computacional, sobre todo cuando describen las instrucciones que los alumnos deberían dar al robot para que realice el trayecto que se programe. Por ejemplo, cuando se explican los movimientos que debe hacer el robot, utilizan “recto” o “arriba,” en lugar de la instrucción “avanzar”; “abajo”, en lugar de la instrucción “retroceder”, y “a la derecha”, en lugar de “girar a la derecha”. Además, casi dos tercios de los diseños (11 de 17) presentan

ambigüedades, ya sean de aspectos didácticos en el diseño de la actividad o de aspectos matemáticos. Por ejemplo, 6 de los diseños hacen referencia a que el robot tiene que hacer el camino “más corto” o “más rápido” o “más sencillo” pero no definen qué entienden por este tipo de trayecto o lo usan como sinónimos. Cuando tienen que definir el trayecto que debe hacer el robot, nunca hacen referencia “programar una secuencia de instrucciones” o “programar un algoritmo”. Algunos diseños no cuentan con las diferentes instrucciones posibles que se pueden dar al robot, a veces solo hacen alusión a “avanzar”, por ejemplo: “La alfombra está diseñada para que cada recuadro sea un movimiento del Blue-Bot, que son 15 cm, y así los niños pueden contar cuantos recuadros hacen falta para llegar a su objetivo (equipo B1)”

No obstante, todos los diseños promueven una riqueza de procesos relevantes, como la resolución de problemas, la modelización directa para responder con más de una solución posible y la argumentación. Dos tercios de los diseños (12 de 17) prevén que los niños solo utilicen el lenguaje oral para decir en voz alta la secuencia de programación del trayecto deseado antes de pulsar las teclas en el robot. No obstante, algunos equipos (B4, B8) sugieren que los niños también representen en una hoja en blanco o en el suelo un “mapa” del trayecto. Los equipos A8 y B3 son los únicos que proponen que los alumnos puedan “escribir” el algoritmo con las tarjetas de instrucciones, aunque lo plantean de forma opcional.

En relación con la *idoneidad cognitiva*, solo 4 de los diseños explicitan que se tienen en cuenta los conocimientos previos de los alumnos y, de estos, solo 2 se refieren directamente al uso de robots educativos. Solo 1 de los equipos explicita que los significados pretendidos en su diseño tienen una dificultad manejable para el alumnado, y otro prevé ciertas variables didácticas para poder aumentar progresivamente la dificultad de la tarea, por ejemplo: “Los elementos que dificultan el camino se pueden cambiar [de lugar] para ir planteando diversos retos, igualmente la casilla de inicio y de final (equipo A7)”.

Además, solo 3 de los diseños incluyen actividades complementarias que se podrían considerar de ampliación y refuerzo para adaptarse a las diferencias individuales de los alumnos. Es importante destacar que ninguno de los diseños incluye los objetivos de enseñanza y aprendizaje de la actividad, ni se especifican los conocimientos concretos (sobre matemáticas, sobre PC, por ejemplo) que se espera que los alumnos puedan desarrollar mediante la actividad programada, ni se prevé ningún tipo de estrategia para evaluar el aprendizaje. En general, todos los diseños plantean actividades de alta demanda cognitiva ya que activan procesos como la

formulación y prueba de hipótesis, y 2 de ellos plantean cambios de representación. En más de la mitad de los diseños (11 de 17) se prevén momentos de reflexión sobre la actividad realizada y lo aprendido, sobre cómo mejorar el proceso, sobre otras posibles respuestas, etc., donde se promueven procesos metacognitivos.

A todos los equipos les preocupa que haya una alta *idoneidad interaccional*. En primer lugar, todos los trabajos se preocupan, en mayor o menor medida, de cómo debe ser la interacción docente discente. En más de la mitad (10 de 17) de diseños, además de indicar cómo se debe presentar la situación problemática, se explicita la pregunta concreta que debe formular la maestra para que el problema planteado quede claro. En un cuarto (6 de 17) de los diseños se establece que la maestra debe observar a los alumnos para supervisar y guiar el desarrollo de la actividad y resolver conflictos, plantear buenas preguntas y entablar diálogo que les ayude a comprender, por ejemplo: “La maestra adoptará un diálogo entendedor, rico y explicativo. Tiene que incluir en su explicación ejemplos que ayuden a comprender el objetivo de la actividad (equipo A6)”.

Todos los diseños promueven que haya interacción entre los alumnos y, además, en más de dos tercios de los diseños (13 de 17), se prevén espacios de debate o asamblea para que los alumnos compartan ideas y, en un tercio de los diseños (6 de 17), se espera que lleguen a consensos entre ellos, ya sea en gran grupo o entre los alumnos de cada grupo pequeño de trabajo, por ejemplo: “Más tarde, entre todos los niños decidirán cual es el camino más sencillo y rápido para llegar (equipo A2)”, o bien “Entre todos se decide una hipótesis final para llegar a la otra clase (equipo A4)”.

Algunos de los diseños (3 de 17) son muy dirigidos, en los cuáles la maestra tiene un rol muy intervencionista. No obstante, más de dos tercios de los diseños (12 de 17) contemplan momentos en que los estudiantes asumen la responsabilidad de la actividad (exploración con los robots, formulación de hipótesis, validación de hipótesis usando los robots, argumentación en grupo, etc.) favoreciéndose de este modo la autonomía de los alumnos.

Respecto a la *idoneidad mediacional*, como era de esperar, todos los diseños prevén el uso de Blue-Bot, ya que era una condición de la tarea de la sesión 2. Por lo tanto, se han identificado otros recursos materiales que se indicaban en los diseños. Aunque en la experiencia de la sesión 1 no se mencionaron ni se usaron las alfombras que existen en el mercado para el uso de los robots tipo Blue-Bot o Bee-Bot, casi dos tercios de los diseños (11 de 17) plantean el

uso de estas alfombras con objetivos diversos, pero coinciden en la finalidad de limitar los posibles trayectos del robot. Nos preguntamos si ello se puede deber a la costumbre tan arraigada en los estudiantes de consultar en Internet para inspirarse y encontrar ideas a la hora de crear diseños propios.

Los participantes, en la sesión 1, bajo la supervisión de las docentes, practicaron con las tarjetas de programación (Figura 1) para representar sus algoritmos, antes de realizar las pulsaciones en el robot, o bien después. Las docentes pusieron énfasis en evidenciar el papel de la representación del algoritmo para institucionalizar los conceptos relacionados con el desarrollo del PC. Entonces, sorprende que sólo 3 de los diseños planteen el uso de las tarjetas de representación del algoritmo de programación y, de los 3, sólo 1 forma parte de la actividad ya que los otros 2 lo proponen como un recurso de uso opcional.

Otros recursos que incorporan los diseños son: diferentes tarjetas con imágenes de objetos relacionados con la temática del contexto para poner sobre la alfombra como obstáculos o bien objetivos para el robot; lápiz y papel; un cuento infantil y sus personajes principales (Hansel y Gretel); mapa del tesoro y tesoro (monedas de chocolate); letras de canciones infantiles. Todos estos recursos materiales muestran un esfuerzo en contextualizar la actividad diseñada para favorecer el uso de visualizaciones concretas para la programación de las acciones del robot.

Por otro lado, la mitad de los diseños (9 de 17) dejan explícita la organización de los alumnos durante la actividad. Siempre en pequeños grupos durante el desarrollo de la actividad que requiere la manipulación del robot y en gran grupo en los momentos de puesta en común para compartir ideas y reflexionar sobre el trabajo realizado. Uno de los diseños explicita, además, que se trabajaría con la mitad del grupo, lo que indica una preocupación para poder desarrollar la práctica educativa con las mejores condiciones posibles en cuanto a la cantidad de niños que atender y los recursos que poner a su alcance.

En los diseños se observa una gran atención a la *idoneidad afectiva*, en relación con seleccionar tareas que despierten interés y motivación. De los 17 diseños: 7 se basan en un juego poco competitivo, algunos con “premio” (un tesoro “real” compuesto por monedas de chocolate); 6 en un problema a partir de un contexto cotidiano conocido por los niños (problema con la pecera de la clase, buscar palabras de una canción infantil, encontrar la llave del armario de la clase, etc.); 2 en centros de interés (el espacio y los planetas y los piratas); y 2 en un cuento

infantil y sus personajes. Algunos diseños apelan a la empatía de los alumnos con los personajes de los cuentos o de los juegos para que los quieran ayudar y en otros se crea una necesidad de resolver el problema de forma cooperativa porque afecta a elementos que pertenecen al grupo (las llaves del armario no aparecen, los peces de su pecera que se han perdido, el robot se está quedando sin batería). Además, en la mitad de los diseños (9 de 17) se explicita que la maestra animará a los alumnos a que formulen y prueben varias hipótesis hasta encontrar la solución.

En esta misma línea de generar actitudes y sentimientos positivos de participación en la tarea, dos tercios de los diseños (12 de 17) programan momentos de debate y de reflexión en pequeño grupo donde está previsto que los niños intervengan en igualdad para aportar sus ideas, argumenten diferentes hipótesis o soluciones posibles y realicen comentarios que los otros alumnos deberán escuchar activamente para valorarlo, por ejemplo: “Los niños también darán su opinión sobre qué mejoras propondrían para resolver el problema (equipo A8)”, o bien, “Motivaremos a los niños a continuar teniendo interés en aprender y adquirir nuevos conocimientos (equipo B8)”.

Finalmente, respecto a la *idoneidad ecológica* se han analizado las evidencias en los diseños de los aspectos referentes a la adaptación al currículum y a las conexiones intra e interdisciplinares. Por un lado, los contenidos que se tratan, aunque no se explicitan en ninguno de los diseños, se encuadran en las directrices del currículum actual para la etapa de Educación Infantil de Catalunya, que incorpora por primera vez explícitamente el desarrollo del PC. Por otro lado, el contenido central es el PC y en la mayoría de los diseños (13 de 17) no se expresa explícitamente que se relacione con ningún otro. No obstante, casi en un cuarto de los diseños (4 de 17) la actividad se relaciona efectivamente con otros contenidos: 2 diseños se relacionan con pensamiento numérico y pensamiento espacial (otros contenidos matemáticos); 1 diseño se relaciona explícitamente con el medio ambiente; y otro con la música.

Los diseños cuidan especialmente de los aspectos en relación con la *idoneidad afectiva*, incluyen muchos elementos para motivar e implicar al alumnado en una actividad divertida y que genere emociones positivas. Para ello, principalmente, se aportan contextos de los problemas (centros de interés del alumnado, situaciones muy próximas, cotidianas y conocidas, juegos con premio, cuentos infantiles, etc.), que persiguen la implicación del alumno en la actividad. Los recursos identificados en el análisis de la idoneidad mediacional corroboran esta focalización en la parte emocional del diseño, ya que, en general, la mayoría de los recursos se

usan para enriquecer el contexto. En cambio, las tarjetas de programación (Figura 1) que podrían haberse propuesto como recursos facilitadores del aprendizaje y desarrollo del PC no tienen ningún papel central, ya que se incluyen apenas como uso opcional.

Con el fin de lograr implicación en las actividades diseñadas, se otorga a los alumnos un papel activo y protagonista para la toma de decisiones y la expresión de justificaciones y argumentos. Para ello, se organizan en grupos de trabajo pequeños que facilite la interacción necesaria (idoneidad interaccional) para que se den estas situaciones de debate y reflexión que la maestra conducirá. Este tipo de diseños de futuros maestros de Educación Infantil con gran preocupación por obtener una alta idoneidad afectiva se encontraron también en Sala-Sebastià, Breda y Farsani (2021; 2022).

Según los resultados, la *idoneidad ecológica* es la que menos preocupa a los futuros maestros, ya que parece que ninguno de los participantes consultó el currículum para asegurar que su propuesta cumplía con las directrices legales. Además, aunque todos los diseños presentan problemas contextualizados, ninguno de ellos presenta un enfoque realmente interdisciplinar. Solo uno trata el medio ambiente de forma transversal y con poca profundidad, y un par de ellos se preocupan de establecer conexiones con otros contenidos dentro de las matemáticas (pensamiento numérico y espacial).

4. Conclusiones

Los CID, que en este trabajo se han utilizado como un elemento metodológico para realizar el análisis de los datos, si se pusieran al alcance de los futuros maestros mediante formación en el Grado, podrían ser usados como un instrumento de diseño y guía de implementación para ayudar a tener presente las diversas facetas didácticas de la práctica educativa y a equilibrarlas y de ese modo posibilitar el desarrollo del conocimiento didáctico en los futuros maestros.

Cuando los futuros maestros diseñan prácticas educativas sin haberles dado un guion detallado de cómo deben ser los diseños, emergen muchos de los elementos de consenso de la comunidad educativa, como que la tarea debe implicar y motivar a los alumnos, que los alumnos deben interactuar, compartir ideas y ayudarse entre ellos, entre otros (BREDA, 2020). Pero hay otros aspectos igual de importantes que no siempre emergen como, por ejemplo, establecer unos objetivos didácticos y unos criterios de evaluación, una secuencia de actividades de dificultad

progresiva, mecanismos de institucionalización de los contenidos centrales que sean objetivo de la práctica educativa, entre otros (SECKEL et al., 2022).

Los resultados del estudio, determinados a partir de un contexto particular, presentan limitaciones ya que se han circunscrito a un área concreta de España y los participantes tienen todos un mismo perfil (futuras maestras y maestros de Educación Infantil. Los resultados quizás podrían diferir en algunos aspectos si el estudio fuese realizado con futuros maestros de primaria o con profesores en activo de otra zona geográfica u otro país. También es importante subrayar que los problemas robóticos propuestos también condicionaron a determinados tipos de respuesta y de diseños. Proponer unos problemas distintos podría implicar algunas modificaciones, aunque sutiles, en los resultados encontrados.

Finalmente, se considera relevante incorporar en la formación de los futuros maestros contenidos matemáticos y computacionales para aprender a operar con el robot Blue-Bot y desarrollar su pensamiento lógico, espacial y computacional. Además, se hace evidente la necesidad de instrucción acerca de la didáctica de los contenidos mencionados, por lo que podría ser interesante incluir en la formación de los futuros maestros instrucción acerca de los CID, para que, cuando ejerzan profesionalmente, tengan los conocimientos necesarios para abordar las exigencias del nuevo currículum.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias al Proyecto PID2021-127104NB-I00 financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y por "FEDER Una manera de hacer Europa".

Referencias

- ALSINA, A. Los contenidos matemáticos en el currículo de Educación Infantil: contrastando la legislación educativa española con la investigación en educación matemática infantil. **Epsilon-Revista de Educación Matemática**, Girona, n. 111, p. 67-89, 2022. Disponible en: <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/22043>. Accedido el: 19 Mar. 2023.
- ARLEGUI, J.; PINA, A. **Didáctica de la robótica educativa: un enfoque constructivista**. Dextra Editorial S.L, 2016.
- BENTON, L.; HOYLES, C.; KALAS, I.; NOSS, R. Bridging primary programming and mathematics: Some findings of design research in England. **Digital Experiences in Mathematics Education**, [s.l], v. 3, n. 2, p. 115-138, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40751-017-0028-x>

- BREDA, A. Características del análisis didáctico realizado por profesores para justificar la mejora en la enseñanza de las matemáticas. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 34, n. 66, p. 69-88, abril 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a04>.
- BREDA, A.; FONT, V.; LIMA, V. M. R. A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 1-41, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17921/2176-5634.2015v8n2p%25p>
- 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, abril 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a13>.
- 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**, London, v. 13, n. 6, 15 Junio 2017. DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01207a>.
- 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**, [s.l], 11 Junio 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09452-8>.
- CATALUNYA. Departament d'Educació. Decret 175/2022, de 27 de setembre, **Decret d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica**. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 8762, 2022, 29 setembre. Catalunya: 2022. Disponible en: <https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=938401>. Accedido el: 19 Mar. 2023.
- CATALUNYA. Departament d'Educació. Decret 21/2023, de 7 de febrer. **Decret d'ordenació dels ensenyaments de l'educació infantil**. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya, núm. 8851, 2023, 9 febrer. Catalunya: 2023. Disponible en: <https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=951431> Accedido el: 19 Mar. 2023.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education** (6th ed). Routledge, 2007.
- ESPAÑA. Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP). Real Decreto 95/2022, **Real Decreto de la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil**. Madrid: 2022. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/02/01/95>. Accedido el: 19 Mar. 2023.
- ESTEBANELL, M.; LÓPEZ, V.; PERACAULA, M.; SIMARRO, C.; CORNELLÀ, P.; COUSO, D., et al. Pensament computacional en la formació de Mestres. In **Guia didàctica**. Servei de Publicacions UdG, 2018.
- FONT, V.; PLANAS, N.; GODINO, J. D. Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. **Infancia y Aprendizaje**, [s.l], v. 33, n. 1, p. 89-105, enero 2010. DOI: <https://doi.org/10.1174/021037010790317243>.

- GODINO, J. D.; BATANERO, C.; FONT, V. The onto-semiotic approach to research in mathematics education. **ZDM International Journal on Mathematics Education**, Hamburgo, v. 39, n. 1-2, p. 127-135, 4 Enero 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-006-0004-1>
- GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in K–12. **Educational Researcher**, [s.l], v. 42, n. 1, p. 38-43, Enero, 2013. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189x12463051>.
- JARA, I.; HEPP, P. Enseñar ciencias de la computación: Creando oportunidades para los jóvenes de América Latina. **Microsoft**, 2016. Disponible en: www.microsoft.com/es-es/education. Accedido el: 19 Marzo 2023.
- KONG, S. C.; LAI, M.; SUN, D. Teacher development in computational thinking: design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. **Computers & Education**, [s.l], v. 151, p. 103872, Julio 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103872>. Accedido: 19 Marzo 2023.
- MORALES-LÓPEZ, Y.; FONT, V. Valoración realizada por una profesora de la idoneidad de su clase de matemáticas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 45, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201945189468>.
- 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.
- RIBEIRO, C. R.; COUTINHO, C. P.; COSTA, M. F. M. A. Robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no ensino básico. In **Proceedings of the 6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies**, p. 15-18, 2011.
- SALA-SEBASTIÀ, G.; BREDÀ, A.; FARSANI, D. Análisis desde la Idoneidad Didáctica de una tarea de medida con futuros maestros de Educación Infantil. **Revista Acta Latinoamericana de Matemática Educativa**, Ciudad de México, v. 34, n. 2, p. 472-483, 2021.
- SALA-SEBASTIÀ, G.; BREDÀ, A.; FARSANI, D. Future early childhood teachers designing problem-solving activities. **Journal on Mathematics Education**, [s.l], v. 13, n. 2, p. 239-256, 2022. DOI: <https://doi.org/10.22342/jme.v13i2.pp239-256>
- 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, 26 Enero 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/axioms12020119>.
- SCHINA, D.; ESTEVE-GONZALEZ, V.; USART, M. Teachers' Perceptions of Bee-Bot Robotic Toy and Their Ability to Integrate It in Their Teaching. In: Lepuschitz, W., Merdan, M., Koppensteiner, G., Balogh, R., Obdržálek, D. (eds) **Robotics in Education. RiE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing**, [s.l], v. 1316. Springer, Cham, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-67411-3_12.
- 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**, East Sussex, v. 18, n. 10, p. 2163, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/12442>
- SECKEL, M. J.; BREDA, A.; FONT, V.; VÁSQUEZ, C. Primary school teachers' conceptions about the use of robotics in mathematics. **Mathematics**, Basel, v. 9, n. 24, p. 3186, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/math9243186>
- SECKEL, M. J.; VÁSQUEZ, C.; SAMUEL, M.; BREDA, A. Errors of programming and ownership of the robot concept made by trainee kindergarten teachers during an induction training. **Education and Information Technologies**, [s.l], v. 27, n. 3, p. 2955-2975, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10708-8>.
- SULLIVAN, A.; STRAWHACKER, A.; BERS, M. U. Dancing, drawing, and dramatic robots: Integrating robotics and the arts to teach foundational STEAM concepts to young children. In M. S. Khine (Ed.), **Robotics in STEM education: Redesigning the learning experience**, p. 231-260, Springer, 2017b. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9_10
- TANG, A. L.; TUNG, V. W. S.; CHENG, T. O. Dual roles of educational robotics in management education: Pedagogical means and learning outcomes. **Education and Information Technologies**, [s.l], v. 25, n. 2, p. 1271-1283, 23 Octubre 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10015-3>
- WING, J. Computational Thinking: It represents a universally applicable attitude and skill set everyone's, not just computer scientists, would be eager to learn and use. **Communications of the ACM**, [s.l], v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.
- ZAPATA-ROS, M. Computational Thinking Unplugged. **Education in the Knowledge Society**, [s.l], v. 20, p. 18-29, 25 Julio 2019. DOI: https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18

Autores

Gemma Sala-Sebastià

Doctora en Didáctica de las Matemáticas por la Universitat de Barcelona, Licenciada en Psicopedagogía por la Universitat Oberta de Catalunya, Diplomada en Maestra de Educación Primaria por la Universitat de Barcelona. Actualmente es investigadora i profesora Lector en el Departamento de Educació Lingüística i Literària i de Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica de la Facultat d'Educació de la Universitat de Barcelona, Barcelona, España

Correo electrónico: gsala@ub.edu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9830-312X>

Pere J. Falcó-Solsona

Licenciado en Matemáticas por la Universitat de Barcelona, Máster de Formación del Profesorado de Secundaria (especialidad en matemáticas) por la Universitat de Barcelona, Máster de Matemática Avanzada por la Universitat de Barcelona. Actualmente es profesor de matemáticas de Educación Secundaria en Cataluña (España) y estudiante de doctorado de Didáctica de las Matemáticas dentro del programa de Doctorado de Didáctica de las Ciencias, las Lenguas, las Artes y las Humanidades de la Universitat de Barcelona, Barcelona, España

Neus Inglada Rodríguez

Licenciada en Matemáticas por la Universitat de Barcelona, Suficiencia Investigadora por la Universitat de Barcelona. Actualmente es profesora de matemáticas de Educación Secundaria en el INS Can Puig, estudiante de Doctorado en Didáctica de las Matemáticas en la Universitat de Barcelona y profesora asociada en el Departamento d'Educació Lingüística i Literària i de Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica de la Facultat d'Educació de la Universitat de Barcelona, Barcelona, España

Alexandre Cortés da Silva

Graduado en Estadística por la Universitat de Barcelona y la Universitat Politècnica de Catalunya, Máster Universitario en Formación de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (Especialidad de Matemáticas) por la Universidad Autónoma de Barcelona. Actualmente es estudiante de Doctorado en Didáctica de las Matemáticas en la Universitat de Barcelona y profesor asociado en el Departamento d'Educació Lingüística i Literària i de Didàctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica de la Facultat d'Educació de la Universitat de Barcelona, Barcelona, España

Cómo citar el artículo:

SALA-SEBASTIÀ, G.; FALCÓ-SOLSONA, P.J.; INGLADA, N.; CORTÉS, A. ¿De qué se preocupan los futuros maestros cuando diseñan problemas robóticos? **Revista Paradigma, Vol. XLIV, Edição Temática: EOS. Questões e Métodos**; junio de 2023 / 246 – 268. DOI: [10.37618](https://doi.org/10.37618)