



**PROYECTO DE CENTRO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL
EN EDUCACIÓN PRIMARIA. LECCIONES APRENDIDAS Y
PLANIFICACIÓN FUTURA PARTIENDO DEL
REAL DECRETO DE ENSEÑANZAS MÍNIMAS DE LA LOMLOE**

Alejandro Santana Coll^{1,2},
Sofía González Gallego², Jorge Echedey Segura Falcón³, Borja Luján
Rodríguez³, Tomás Marcial Romero³, Stéfano Hernández Ortega³, Rubén Lijó
Sánchez^{2,4}, Juan Pablo Marqués Romero¹, Alberto Zapatera Llinares⁵,
Judit Álamo Rosales¹ y Eduardo Gregorio Quevedo Gutiérrez³

¹ Colegio Claret Las Palmas

² Universidad de La Laguna (ULL)

³ Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)

⁴ Hitachi Energy

⁵ Universidad CEU Cardenal Herrera

Resumen

El auge de las Tecnologías de la Información y la Comunicación dentro del campo de la educación ha convertido estas herramientas en elementos imprescindibles para desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Gracias a estos recursos, los docentes agilizan procesos y dotan al alumnado de unas competencias digitales actualizadas a la demanda de nuestra sociedad.

Con la incorporación del pensamiento computacional dentro de la nueva Ley Educativa (LOMLOE) como concepto de mayor impacto, las TIC juegan un papel crucial para su desarrollo. La robótica educativa y la programación informática son herramientas versátiles e ideales para trabajar el pensamiento computacional desde cualquier punto de vista educativo, independientemente del grupo de alumnos y los contenidos que se deseen trabajar.

Es por ello que el reto educativo incide en la plena integración de estos recursos como medios facilitadores para trabajar los contenidos con el alumnado, al mismo tiempo que se desarrollan en paralelo nuevos lenguajes y estrategias lógicas que

FORMACIÓN DEL PROFESORADO E INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA XIV

Santana, A.; González-Gallego, S.; Segura-Falcón, J.E.; Luján-Rodríguez, J.; Romero, T.M.; Hernández-Ortega, S.; Lijó-Sánchez, R.; Marqués-Romero, J.P.; Zapatera, A.; Álamo, J.; Quevedo, E.G. (2022), *Proyecto de centro de pensamiento computacional en educación primaria. Lecciones aprendidas y planificación futura partiendo del Real Decreto de Enseñanzas Mínimas de la LOMLOE*. pp. 103-135.

forman a estudiantes más competentes en este ámbito del pensamiento computacional.

El presente artículo pretende desarrollar y complementar esta idea a partir de numerosas intervenciones educativas realizadas a 447 estudiantes, que integran la Robótica Educativa y la Programación Informática como elementos que facilitan al alumnado de Educación Primaria alcanzar contenidos de diferentes materias como las matemáticas y las ciencias naturales.

Palabras clave: Pensamiento computacional, Educación Primaria, LOMLOE, Innovación educativa.

Abstract

The rise of Information and Communication Technologies within the field of education has turned these tools into essential elements to develop the teaching and learning processes. Thanks to these resources, teachers speed up processes and provide students with digital skills updated to the demand of our society.

With the incorporation of computational thinking within the new Educational Law (LOMLOE) as a concept with higher impact, ICT play a crucial role in its development. Educational robotics and computer programming are versatile and ideal tools to work on computational thinking from any educational point of view, regardless of the group of students and the content they wish to work on.

That is why the educational challenge affects the full integration of these resources as facilitating means to work on the contents with the students. At the same time, new languages and logical strategies are developed in parallel, training more competent students in this field of computational thinking.

This article aims to develop and complement such idea based on numerous educational interventions carried out on 447 students, which integrate Educational Robotics and Computer Programming as elements that facilitate Primary Education students to achieve content in different subjects such as mathematics and natural sciences.

Keywords: *Computational thinking, Primary Education, LOMLOE, Educational innovation.*

Introducción

En los últimos años ha habido un avance en relación con la introducción del pensamiento computacional en muchas escuelas de Europa. El pensamiento computacional se refiere a los procesos del pensamiento que se trabajan cuando se formulan problemas y se buscan soluciones que puedan ser llevadas a cabo por los procesadores de información (Wing, 2006). Es una forma de pensamiento, no siempre asociada con la tecnología, que se puede aplicar y utilizar en varios escenarios de la vida (INTEF, 2017).

Incluso cuando no hay un acuerdo claro sobre lo que conlleva la introducción del pensamiento computacional en el aula, diferentes países se aventuran a meterlo en el currículo oficial justamente por todo lo que el alumnado puede desarrollar cognitivamente (Nordby, Bjerke & Mifsud, 2022). Como puede observarse en la Figura 1, muchos países europeos incluyen el pensamiento computacional en su currículo, o bien están en proceso de implementar planes específicos para su desarrollo. En este sentido, en el estudio de Bocconi et al. (2022) se observa la implantación de planes específicos relacionados con el pensamiento computacional en los planes educativos de diversos países. Esta introducción se puede hacer de manera transversal en las diferentes materias, como parte de una asignatura concreta, o tomando diferentes asignaturas del currículo.

¿Por qué este interés en introducir el Pensamiento Computacional en Primaria? No es porque sea una moda pasajera. Habilidades cognitivas como habilidades numéricas, habilidades verbales y habilidades de razonamiento no verbal parecen asociarse con el pensamiento computacional en esta etapa educativa (Tsarava et al, 2022).

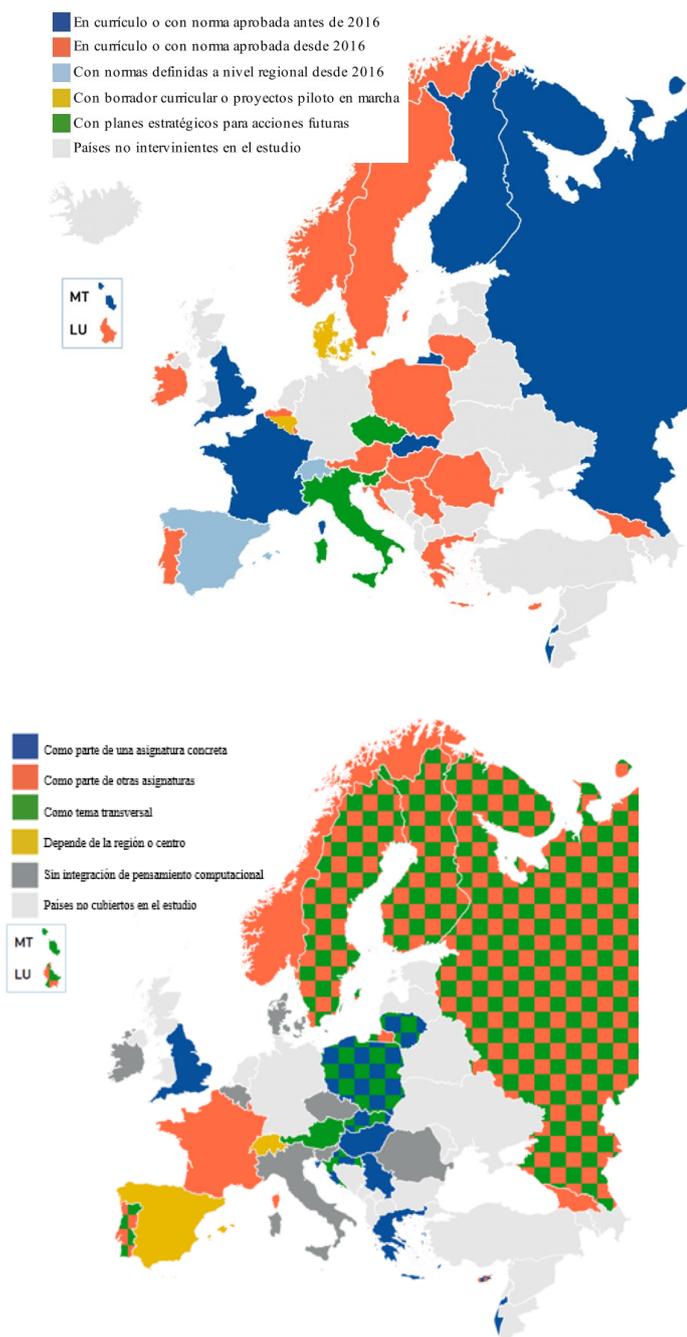


Figura 1: Implantación del Pensamiento Computacional en educación primaria. Planes europeos. Adaptado de “Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education. State of play and practices from computing education” (2022)

Marco normativo en España

El pensamiento computacional entró con fuerza en nuestra sociedad desde la implementación de la robótica para la educación en 1983 con el lenguaje de programación Logo. Esto ha supuesto un crecimiento exponencial que lo ha llevado a la inserción en el currículo en las etapas educativas de infantil, primaria y secundaria tras una fuerte apuesta por parte de la Unión Europea.

España se suma a esta iniciativa de manera más explícita desde la ley educativa LOMLOE (Ley Orgánica de Modificación de la LOE, 2020) y la consolidación con la publicación este mismo año de los Reales Decretos de enseñanzas mínimas relativos a Educación Infantil (Real Decreto 95/2022, del 1 de febrero de 2022), Educación Primaria (Real Decreto 157/2022, del 1 de marzo de 2022) y Educación Secundaria (Real Decreto 217/2022, del 29 de marzo de 2022), integrando el pensamiento computacional de forma obligatoria, apoyándose en las competencias STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) para mejorar, a través de la robótica y la programación, el desarrollo de diversas áreas de nuestro currículo.

El RD 157/2022, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria introduce 31 referencias al pensamiento computacional. En éste se recoge la relevancia del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la robótica a partir de dicho concepto. Además, se mencionan diferentes estrategias y orientaciones pedagógicas basadas en un aprendizaje fundamentado en el juego y la programación por bloques de forma activa e interdisciplinar (sobre todo en las áreas de Matemáticas y Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural).

Por otra parte, desde la competencia matemática y la competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM), encontramos descriptores con los que se puede observar la importancia de la competencia digital en seguridad, sostenibilidad y el uso responsable de las tecnologías en todos los ámbitos y nuestra interacción con ellas. Por ello, actualmente todo lo relacionado con el mundo digital procesa de una educación para asuntos referentes a la privacidad, la comunicación o la ciberseguridad en relación con el tratamiento de los datos, la propiedad intelectual o el pensamiento computacional.

Como se puede analizar en el borrador del currículo, los tres ciclos de primaria tendrán el pensamiento computacional inmerso en sus competencias específicas y saberes básicos de dichas áreas.

Teniendo en cuenta lo expuesto, desde el área del Medio Natural, Social y Cultural se intenta con la tercera competencia específica y los saberes básicos fomentar el desarrollo integral de unos valores éticos y morales de los niños/as. Debido al rápido avance en el mundo de la información y la comunicación se pretende que el alumnado sea capaz de afrontar los retos y se inicie en el pensamiento científico y computacional por medio de proyectos de desarrollo de los mismos de forma interdisciplinar y cooperativos usando entornos digitales de aprendizaje que le aporte soluciones creativas para su desarrollo personal y colectivo.

En el área de matemáticas, podemos observar que dentro de los seis bloques competenciales diferenciamos el bloque IV llamado Sentido algebraico y pensamiento computacional como parte esencial en la adquisición del lenguaje matemático. Desde este bloque, se debe integrar de forma transversal la

utilización de herramientas tecnológicas que permitan la autonomía, la observación, el análisis y la experimentación del alumnado en entornos que atiendan la diversidad.

Esta área, debido a su carácter vinculante con otras materias, tendrá especial relevancia el pensamiento computacional entrelazado con el pensamiento matemático y científico que incide de forma directa en el proceso de enseñanza–aprendizaje, proporcionando así las herramientas necesarias para afrontar los retos y avances tecnológicos del siglo XXI. Por tanto, en el currículo se puede ver claramente la importancia del pensamiento computacional en la contribución de los objetivos de etapa, las competencias específicas y los saberes básicos de los diversos ciclos.

Las competencias específicas son la base estructural de la materia para la adquisición de un proceso de enseñanza–aprendizaje significativo, basado en la resolución de problemas a través del desarrollo de proyectos creativos y cooperativos, el pensamiento computacional y la incorporación de las tecnologías digitales a las aulas para aproximarnos al mundo actual que nos rodea. La Tabla 1 destaca las diferencias más significativas por ciclos.

Se observa en los tres ciclos de primaria que la cuarta competencia específica referida al pensamiento computacional trata la organización y descomposición de datos para la interpretación, modificación y creación de algoritmos sencillos de forma guiada. Dicha competencia, está dividida en los criterios (4.1 y 4.2) que evolucionan a través de estas etapas educativas describiendo, automatizando y modelizando situaciones de la vida cotidiana, empleando recursos tecnológicos para la resolución de problemas mediante los

principios básicos del pensamiento computacional.

Criterio	Primer Ciclo	Segundo Ciclo	Tercer Ciclo
4.1	Describir rutinas y actividades sencillas de la vida cotidiana que se realicen paso a paso, utilizando principios básicos del pensamiento computacional de forma guiada	Automatizar situaciones sencillas de la vida cotidiana que se realicen paso a paso o sigan una rutina, utilizando de forma pautada principios básicos del pensamiento computacional	Modelizar situaciones de la vida cotidiana utilizando, de forma pautada, principios básicos del pensamiento computacional
4.2	Emplear herramientas tecnológicas adecuadas, de forma guiada, en el proceso de resolución de problemas	Emplear herramientas tecnológicas adecuadas en el proceso de resolución de problemas	Emplear herramientas tecnológicas adecuadas en la investigación y resolución de problemas

Tabla 1. Criterios de evaluación 4ª competencia específica – Área Matemáticas. Elaboración propia a partir del RD 157/2022

Por otro lado, vemos la integración en los saberes básicos en tecnología y digitalización a partir de proyectos de diseño y pensamiento computacional, una materia transversal de vital importancia para la comprensión de una sociedad inmersa en el mundo digital. Esto pretende desarrollar destrezas y habilidades cognitivas de forma conceptual, procedimental y actitudinal, fomentando así el uso, la valoración y el impacto de la tecnología en nuestra sociedad a través de la adquisición de valores fundamentales como el respeto, la colaboración y la igualdad. De forma similar a la anterior, la Tabla 2 incluye las diferencias por ciclos más relevantes en el saber básico.

Por ello, la evolución de aprendizaje del pensamiento computacional se realiza de forma progresiva a través de estrategias de interpretación, modificación y creación de algoritmos sencillos mediante actividades desenchufadas o manipulativas para el desarrollo del pensamiento computacional lo que producirá una adquisición de aprendizaje significativa en el alumnado.

Saber Básico	Primer Ciclo	Segundo Ciclo	Tercer Ciclo
D.4	Estrategias para la interpretación de algoritmos sencillos (rutinas, instrucciones con pasos ordenados...).	Estrategias para la interpretación y modificación de algoritmos sencillos (reglas de juegos, instrucciones secuenciales, bucles, patrones repetitivos, programación por bloques, robótica educativa...)	Estrategias para la interpretación, modificación y creación de algoritmos sencillos (secuencias de pasos ordenados, esquemas, simulaciones, patrones repetitivos, bucles, instrucciones anidadas y condicionales, representaciones computacionales, programación por bloques, robótica educativa...)

Tabla 2.- Saber básico de Pensamiento Computacional – Área Matemáticas. Elaboración propia a partir del RD 157/2022

Como hemos podido evidenciar, las incorporaciones al currículo analizadas resaltan la importancia del pensamiento computacional junto a los descriptores operativos STEM. Por ello, es indudable que serán un pilar fundamental y el punto de partida para preparar a las futuras generaciones en esta era digital, en la cual puedan desenvolverse con las habilidades y herramientas necesarias para gestionar las situaciones de la vida cotidiana.

Proyectos implicados

Aunque el pensamiento computacional es una incorporación reciente, dado que la Ley se ha desarrollado durante el presente año 2022 en España, hay muchos centros escolares que llevan años trabajando el pensamiento computacional, usando diferentes vías.

El Colegio Claret Las Palmas comenzó en el año 2019 el diseño e implantación del Proyecto de Centro de Pensamiento Computacional (PC-PC), con el objetivo de integrar el pensamiento computacional en el currículo de las diferentes etapas educativas, desde infantil hasta secundaria. Dicho proyecto se integra en el centro con el asesoramiento y colaboración de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), vínculo que justifica la aparición de los colores corporativos de la ULPGC en la imagen del proyecto (Figura 2).



Figura 2: Imagen del Proyecto de Centro de Pensamiento Computacional

La línea de tiempo de este proyecto ha sido:

- 2019/20: se desarrolla como piloto en 1º y 2º de Primaria.
- 2020/21: se extiende el curso siguiente a 3º y 4º de la misma etapa.
- 2021/22: se amplía su alcance, convirtiéndose en el proyecto de centro que

se pretendía inicialmente, y que incorporamos 13 niveles educativos que van desde 1º de Educación Infantil hasta 4º de Educación Secundaria Obligatoria.

En cada etapa se sigue una estrategia diferente de implantación, adaptada al nivel y capacidades del alumnado. En este sentido, podemos ver en la Tabla 3 cómo es en cada una de las etapas, y visualizar en la Figura 3 algunas de las experiencias.

Educación Infantil	Se trabaja el pensamiento computacional desenchufado y con Robots Kubo (Figura 3a).
Educación Primaria	<ul style="list-style-type: none"> - 1º y 2º de Primaria se utilizaba el Robot de Edelvives Next 2.0 para reforzar contenidos curriculares (Figura 3b). En este curso escolar se utilizará el Kubo. - 3º de Primaria se comienza a trabajar con programación a través del lenguaje de programación por bloques Scratch 3.0 y se utiliza el robot Lego WeDo 2.0 hasta el 6º curso de la misma etapa, ya que proporciona mucha más flexibilidad que los anteriores (Figura 3c).
Educación Secundaria	Se centra en proyectos de electrónica y robótica basados en placas Arduino Uno (Figura 3d).

Tabla 3: Concreción de la introducción del pensamiento computacional en el Colegio Claret según etapas

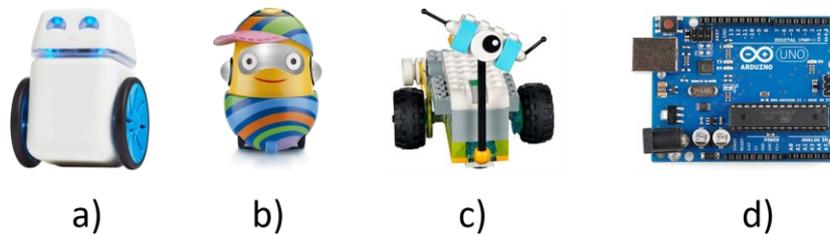


Figura 3: Tecnología utilizada en las diferentes etapas del Colegio Claret Las Palmas. Adaptado de “Expectativas del profesorado en la implementación curricular de un proyecto de pensamiento computacional basado en robótica y programación”, por González-Gallego et al., 2021.

Objetivos

Tomando como referencia el marco europeo con respecto al pensamiento computacional, y la actual Ley educativa en la que se le da especial relevancia, el Colegio Claret ha asumido un rol de liderazgo en la integración de estas innovaciones en el aula, adelantándose incluso al marco regulatorio de aplicación. El presente estudio pretende realizar un análisis descriptivo de esta experiencia y sus implicaciones con respecto al nuevo currículo. En este sentido, los objetivos de la presente investigación son:

- Conocer qué ha supuesto en la etapa Primaria este avance en el pensamiento computacional.
- Desarrollar una experiencia piloto de pensamiento computacional en los tres ciclos de Primaria.
- Analizar las líneas futuras del PC-PC, alineadas con el nuevo currículo LOMLOE.

Material y métodos

Una de las características que definen el PC-PC llevado a cabo en el Colegio Claret es su crecimiento significativo a medida que se trabaja en el aula. La llegada de nuevas TIC y metodologías para incorporar el pensamiento computacional a través de la Robótica Educativa (RE) y la programación demandan a su vez un uso correcto y alineado con los objetivos de cada curso académico. Es por ello que el proyecto busca conectar las intervenciones realizadas con aquellos contenidos o competencias básicas de cada curso, al mismo tiempo que el pensamiento computacional está presente en la experiencia.

Dado el vínculo que existe entre el PC-PC y la ULPGC, se han sumado 3 Trabajos de Fin de Grado de la Facultad de Ciencias de la Educación (FCEDU) en relación con el proyecto (Luján-Rodríguez, 2022; Romero, 2022; Hernández-Ortega, 2022). Cada uno de los autores ha diseñado, desarrollado y puesto en práctica una intervención con el alumnado de los diferentes ciclos, en las que se pretende trabajar contenidos curriculares adaptados al nivel cognitivo de los alumnos. Para ello, la RE y la programación han servido de medio para trabajar los aspectos escogidos, al mismo tiempo que se desarrolla el pensamiento computacional en el alumnado.

En el caso del primer ciclo, la actividad se titula “Crazy Delivery”. Los alumnos deberán ayudar a un repartidor de paquetes a entregar la mercancía en los destinos correspondientes. Para ello, deben programar las rutas que debe seguir el paquete a través de los distintos medios de transporte. Cada ubicación y vehículo está señalado con un número, el cual puede estar dispuesto de forma natural, como operación matemática o de manera escrita, trabajando la numeración en diversas vertientes. Tal y como se observa en la Figura 4, el

alumnado hace uso del robot Edelvives Next 2.0 y de un tapete diseñado específicamente para resolver el problema. También se incluye una ficha como recurso para realizar la actividad que a su vez sirve como soporte visual.

En el segundo ciclo, los alumnos tomaron parte de la construcción y programación del robot “Tren Bala”. A partir del kit de robótica Lego WeDo 2.0 y de las instrucciones diseñadas con el software BrickLink Studio, los estudiantes crean un robot que se utiliza para calcular el perímetro de figuras convencionales, tal y como se observa en la Figura 5. A través de dos tapetes diferentes y de una ficha con las operaciones matemáticas, los alumnos de 3º y 4º deberán calcular la distancia total que recorre un tren por sus respectivas paradas en un pueblo, al mismo tiempo que calculan magnitudes y conceptos como el movimiento y la aceleración.



Figura 4: Experiencia realizada en 1º y 2º de Primaria



Figura 5: Experiencia realizada en 3º y 4º de Primaria

Por último, el alumnado de 5º y 6º de Primaria (tercer ciclo) trabajan los ángulos con un robot llamado “Reloj Angular”. Este modelo también se realiza con el kit de robótica Lego WeDo 2.0, y se utiliza BrickLink Studio para generar las instrucciones. A partir de las manecillas de reloj que el robot contiene, en la Figura 6 podemos observar cómo los alumnos programan al robot para generar diferentes ángulos que marcan las horas del día, relacionando la magnitud del tiempo con conceptos matemáticos.



Figura 6: Experiencia realizada en 5º y 6º de Primaria

Sin embargo, la perspectiva del participante es un punto fundamental para detectar aspectos clave sobre la recepción del proyecto, los puntos positivos y negativos de las intervenciones, y sus posibilidades para integrar contenidos de manera didáctica. Por ello se ha facilitado una encuesta a los alumnos, con la finalidad de conocer su experiencia global en el desarrollo del pensamiento computacional en el centro.

Instrumento

De cara a la elaboración del presente estudio, se ha optado por diseño de investigación de método mixto, combinando aspectos cuantitativos y cualitativos.

La distribución del cuestionario parte de una primera pregunta de categorización, para distinguir a qué curso y ciclo pertenece cada alumno. A continuación, se facilitaron preguntas que ahondan en la perspectiva del alumnado sobre la intervención realizada. Las cuestiones pretenden conocer si el alumnado encuentra la robótica educativa y la programación como un elemento interactivo, divertido, motivador y útil para entender y manejar conceptos más abstractos, así como una estrategia que fomenta y refuerza el trabajo en equipo. Por último, se deja una cuestión abierta y voluntaria para que el alumno pueda expresar de manera subjetiva su perspectiva del proyecto, y concretamente de la intervención en la que fue partícipe.

Con el objetivo de obtener datos homogéneos, el cuestionario elaborado para recopilar la información de los alumnos ha sido el mismo en todos los cursos académicos, por lo que no existen preguntas específicas según el nivel. La Tabla 4 muestra las cuatro preguntas incluidas en el cuestionario.

Santana, A.; González-Gallego, S.; Segura-Falcón., J.E.; Luján-Rodríguez, J.; Romero, T.M.; Hernández-Ortega, S.; Lijó-Sánchez, R.; Marqués-Romero, J.P.; Zapatera, A.; Álamo, J.; Quevedo, E.G.

ID	Preguntas
P1	¿Te ha gustado la actividad que has hecho hoy en clase?
P2	¿Te ha parecido que la actividad era fácil de hacer?
P3	¿Crees que la actividad te ha ayudado a entender mejor los problemas matemáticos mediante el uso del robot?
P4	¿Crees que realizar la actividad en equipo facilitó la resolución del problema?

Tabla 4: Preguntas realizadas al alumnado para valorar el pensamiento computacional trabajado en el aula

Para el caso de las preguntas cuantitativas, la valoración se ha basado en una escala de Likert de 10 puntos, siendo 1 la menor puntuación y 10 la mayor, de tal forma que resulte más familiar para los alumnos (normalmente acostumbrados a escalas de 1 a 10). De esta manera, además, se pudieron obtener resultados más detallados en cuanto a la motivación del alumnado en los diferentes aspectos que componen el proyecto, así como sus interacciones con el mismo. Por otra parte, en el apartado cualitativo del cuestionario, se hace referencia a una pregunta abierta y voluntaria para exponer otros comentarios que los participantes consideren sobre la actividad y su experiencia.

Participantes

Las encuestas han recabado los datos de los alumnos participantes en el PC-PC, comprendidos entre los cursos de 1º y 6º de Primaria. Se realizaron 3 intervenciones, cada una de ellas destinadas a un ciclo concreto, debido a que las propuestas se diseñaron a partir de los contenidos curriculares de cada curso y a sus determinadas capacidades y características.

Los datos han sido recogidos durante dos semanas del curso académico 2021/2022, y muestran un total de 447 respuestas de los alumnos. Entre los alumnos del primer ciclo se obtuvieron 205 respuestas, siendo un 43% del total de los datos recogidos. Ambos cursos participaron en la intervención “Crazy Delivery”. En el segundo ciclo tuvo lugar la construcción y programación del robot “Tren Bala”. Se consiguieron 168 respuestas del alumnado, lo cual supone un 35,2% de los participantes. Por último, los cursos correspondientes al tercer ciclo representan un 21,8% de los datos con un total de 104 respuestas. Su intervención se basó en construir y programar el robot “Reloj Angular”.

En la Figura 7 se muestra una representación visual de la información obtenida.

Análisis de datos

En la dimensión cuantitativa, y tras un análisis descriptivo de los datos obtenidos, se ha comprobado la normalidad de la muestra mediante el test Shapiro-Wilk, confirmando que no existe normalidad. Por ello, las pruebas estadísticas a realizar serán de tipo no paramétrico. Al contar con una escala discreta Likert de 10 puntos, la evaluación de diferencias de medias entre los distintos descriptores se ha realizado mediante la prueba de la U de Mann-Whitney. Las pruebas estadísticas se han desarrollado mediante el uso del software Jamovi (The jamovi project, 2022), considerando un nivel de confianza del 95% en todos los casos.

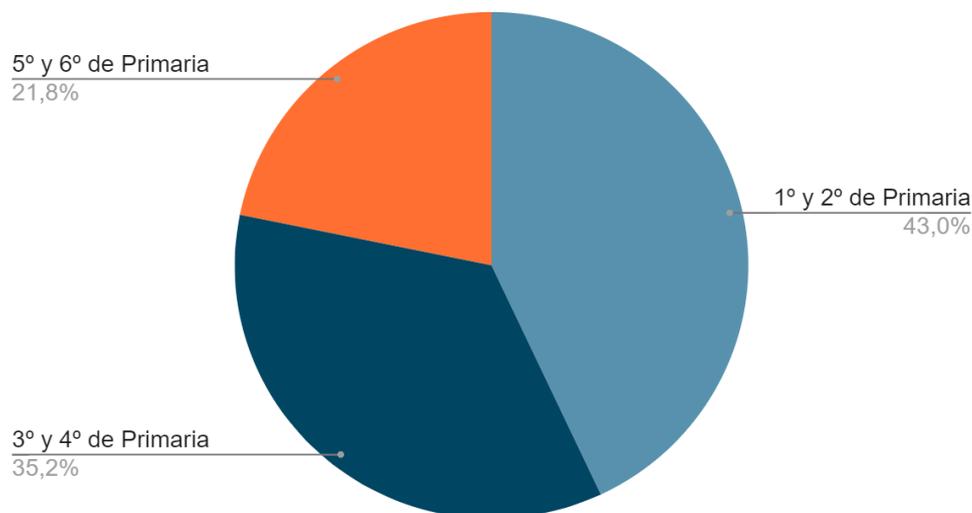


Figura 7: Participantes en el estudio, según los tres ciclos de Educación Primaria

Por otra parte, la dimensión cualitativa de este estudio se ha basado en un análisis de sentimiento de los comentarios proporcionados por el alumnado. Este tipo de análisis permite concluir si la recepción de los alumnos sobre la actividad y su experiencia se asocia eminentemente a sentimientos positivos o negativos, de manera que esta percepción general pueda servir de complemento a los resultados cuantitativos analizados. Para ello, se ha seguido el siguiente procedimiento:

- 1) Primero, se ha definido una categoría donde se concentran opiniones hacia el grado de satisfacción del alumnado con las intervenciones. Se muestra su interés hacia la actividad, su motivación y su participación dentro del proyecto.
- 2) Segundo, se han agrupado comentarios que aluden al nivel de complejidad de las intervenciones o de los contenidos trabajados en la sesión.

- 3) Tercero, se han reunido respuestas relacionadas con los beneficios que el desarrollo de estas actividades supone para el alumno a la hora de conocer, poner en práctica y afianzar contenidos curriculares en su proceso de aprendizaje.
- 4) Por último, se ha generado un bloque de respuestas extraídas del alumnado acerca del trabajo en equipo y sus consecuencias en el aula. Esta categoría agrupa la percepción general del alumnado sobre su interés acerca de las distintas intervenciones realizadas.

Confidencialidad

Este estudio se ha realizado siguiendo un estricto compromiso de confidencialidad. Todos los alumnos participantes permanecieron anónimos a lo largo del proceso de recopilación y análisis de datos.

Resultados

Este trabajo se basa en un diseño de investigación de método mixto, en el que se combinarán aspectos cuantitativos y cualitativos para tener una mejor aproximación descriptiva de las implicaciones de la experiencia para el alumnado. Los próximos subapartados presentarán los resultados de ambas facetas del estudio.

Cuantitativo

Las 4 preguntas incluidas en el cuestionario pretenden fundamentalmente conocer la percepción de los alumnos de Primaria sobre la experiencia de pensamiento computacional, así como sus implicaciones para el aprendizaje de

matemáticas y el fomento del trabajo en equipo.

ID	Ciclo de Primaria	Media	Desviación típica
P1	1	8.14	2.40
	2	9.21	1.40
	3	8.19	2.42
P2	1	7.07	2.81
	2	8.03	2.20
	3	7.55	2.10
P3	1	8.10	2.47
	2	7.45	2.54
	3	6.26	3.22
P4	1	8.06	2.60
	2	7.98	2.57
	3	7.40	3.09

Tabla 5: Puntuación media de cada ciclo de primaria a las preguntas del cuestionario

Como se introdujo en el apartado Material y Métodos, la muestra total considerada en este estudio es de 447 alumnos, distribuidos en 205, 168 y 104 participantes pertenecientes respectivamente a los ciclos 1, 2 y 3 de primaria. Como primera aproximación descriptiva, la Tabla 5 muestra la puntuación media

otorgada a cada pregunta desde cada uno de los ciclos de Primaria, así como la desviación típica de los resultados recopilados. Además, la Figura 8 permite visualizar la distribución de las respuestas.

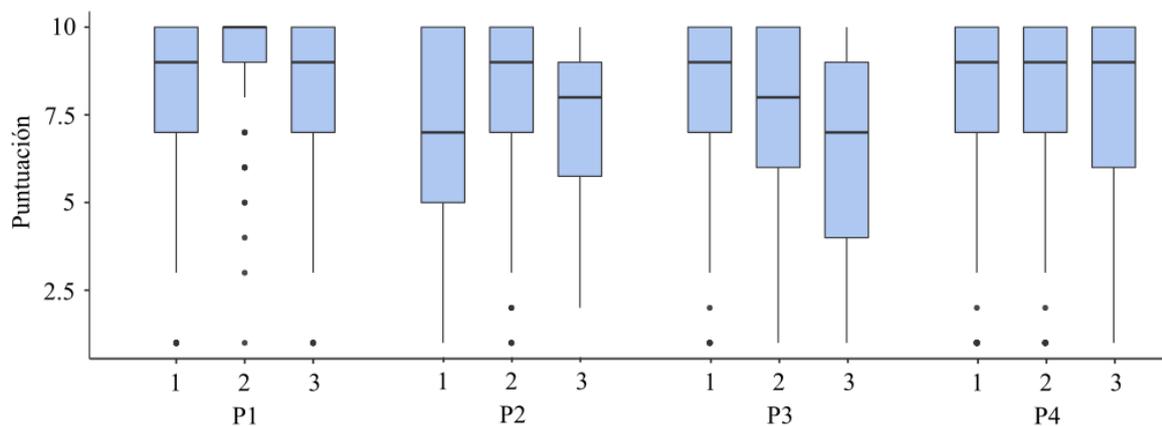


Figura 8: Diagrama de cajas y bigotes de la puntuación en cada pregunta

A nivel descriptivo, podemos observar que existen ciertas diferencias en la percepción general del alumnado respecto a los cuatro descriptores. El test estadístico de la U de Mann-Whitney se ha empleado para discernir si dichas diferencias son estadísticamente significativas, analizadas en este caso para un nivel de confianza del 95%. La Tabla 6 muestra los resultados de este análisis.

Con respecto a si al alumnado le ha gustado la actividad realizada (P1), podemos observar una ligera diferencia en los estudiantes de segundo ciclo, que respondieron con una mejor percepción (media de 9.21 sobre 10) que los de primer y tercer ciclo. No se observan diferencias significativas entre ellos.

Santana, A.; González-Gallego, S.; Segura-Falcón, J.E.; Luján-Rodríguez, J.; Romero, T.M.; Hernández-Ortega, S.; Lijó-Sánchez, R.; Marqués-Romero, J.P.; Zapatera, A.; Álamo, J.; Quevedo, E.G.

ID	<i>p</i> valor*		
	Ciclo 1 vs Ciclo 2	Ciclo 1 vs Ciclo 3	Ciclo 2 vs Ciclo 3
P1	< 0.001	0.989	< 0.001
P2	0.004	0.619	0.022
P3	0.002	< 0.001	0.006
P4	0.502	0.060	0.199

*Valores en negrita: $p < 0.05$

Tabla 6: Comparación entre la percepción de los distintos ciclos sobre las preguntas del cuestionario

Por otra parte, respecto a la dificultad de la experiencia (P2), los estudiantes de primer y tercer ciclo muestran una percepción similar (con valores medios de 7.07 y 7.55), que indica que la actividad les resultó fácil. En relación con este factor, existen diferencias significativas con los estudiantes de segundo ciclo para el 95% de nivel de confianza, que percibieron una mayor facilidad en la realización de la actividad.

La percepción sobre la contribución de la actividad al aprendizaje de matemáticas (P3) difiere significativamente entre todos los ciclos. Se observa en nuestra experiencia que, a medida que van aumentando los ciclos, se percibe una menor contribución de la experiencia con el robot al aprendizaje de matemáticas.

En último lugar, no se han observado diferencias estadísticamente significativas entre ciclos con respecto a la percepción de que el trabajo en equipo facilitase la resolución del problema planteado (P4). Se observa en todos los casos una buena percepción de este parámetro, conducente a la conclusión de que el trabajo en equipo ha sido valorado positivamente por todos los ciclos a la hora de

hacer frente a la actividad.

Cualitativo

Para el estudio cualitativo de los resultados, se han establecido varias categorizaciones a partir de las respuestas obtenidas por los participantes, extraídas de la pregunta abierta del cuestionario. A partir de sus comentarios, las agrupaciones ofrecen información extra acerca de la percepción actual del alumnado sobre el proyecto, su nivel de complejidad y los beneficios o dificultades que encuentran en el desarrollo de las actividades.

En el caso del primer bloque, sobre la satisfacción de los estudiantes, existe un gran porcentaje de respuestas positivas en este aspecto. Los alumnos muestran su motivación en las actividades realizadas, agradeciendo las sesiones y repitiendo palabras como “divertido” o “entretenido” en numerosas ocasiones. En general los comentarios positivos de los alumnos describen haber pasado un buen rato en el aula, una de las razones por las que demandan más actividades.

Es súper entretenido y divertido. (4º Primaria)

Ha sido muy divertido. (2º Primaria)

Que es muy divertido y entretiene. Gracias por todo. Me gusta mucho robotic. (2º Primaria)

Me ha gustado la actividad mucho. Me gustaría repetir la actividad. (3º Primaria)

Ha estado guay la actividad. Espero que haya más actividades como estas. (5º Primaria)

Creo que para el curso que viene deberíamos hacer más actividades así. (6º Primaria)

Muy entretenido, creo que ha sido muy ameno y no me he aburrido en ningún momento. Lo mejor ha sido que mientras hacía la actividad los monitores nos

supervisaban y nos resolvían cualquier duda o problema. (6º Primaria)

También se encuentran comentarios que hacen referencia a los recursos utilizados, donde los robots, aplicaciones digitales y programación despiertan interés al mismo tiempo que captan su atención. El hecho de que los alumnos encuentren a los robots como herramientas para jugar en el aula despierta su motivación.

Que me ha gustado mucho el juego de robot de hoy y me encanta la aplicación y actividad. (2º Primaria)

Me ha parecido muy divertido jugar con el robot. (3º Primaria)

Me encantan los robots. (6º Primaria)

Me gustó mucho el robot y los movimientos. (2º Primaria)

No obstante, también hay alumnos que expresan su desinterés sobre las actividades. Esto puede ocurrir por diferentes motivos, ya sea por su complejidad, la dificultad para trabajar en equipo o la falta de motivación sobre este ámbito, entre otros.

Tampoco me ha entretenido tanto pero tampoco está tan mal. (6º Primaria)

No me gustó mucho lo que hicimos. (2º Primaria)

Era un poco aburrido para mí, pero estaba decente. (5º Primaria)

En el segundo bloque relacionado con la dificultad de las intervenciones, existe una mezcla de comentarios. A pesar de ser una categoría compuesta por menos participaciones, existen alumnos de diferentes cursos que comentan lo fácil que les ha resultado completar la actividad.

Me ha parecido muy fácil. (6º Primaria)

Es muy fácil y divertido. (2º Primaria)

Ha sido muy fácil. (1º Primaria)

Por otra parte, otros comentarios mencionan que las actividades han supuesto un reto difícil de asumir. Mientras algunos plantean que el desempeño ha sido muy complejo para ellos, otros no dejan de mencionar que el reto ha sido divertido y motivador.

Pues era un poco difícil, pero me gustó mucho. (2º Primaria)

Me ha parecido un poco difícil porque no entendía lo que había que hacer. (4º Primaria)

Me ha encantado está muy guay, pero a veces es un poco difícil. (6º Primaria)

En cuanto al bloque relacionado con el beneficio y la utilidad que el alumnado encuentra en este tipo de intervenciones encontramos lo siguiente. Los alumnos hacen bastante referencia al hecho de que incluir actividades de este estilo les ayuda a familiarizarse con contenidos abstractos. El hecho de combinar recursos adaptables a las necesidades y que puedan programarse, junto a contenidos curriculares les ha ayudado a entender mejor lo que estudian y cómo se aplica en la vida cotidiana.

Está muy facilita, me ha ayudado con los problemas. (2º Primaria)

A nosotras nos ha gustado bastante porque lo hemos pasado muy bien y además hemos recordado los ángulos. (5º Primaria)

Estuvo muy divertido y también aprendimos los ángulos matemáticos, mientras

hacemos algo que nos gusta. (6° Primaria)

Otro aspecto interesante en este bloque es que los alumnos son conscientes del potencial que tienen las intervenciones que realizan. Algunos señalan los beneficios que obtienen del proyecto, comentando de qué manera les ha resultado útil, incluso cómo podría serlo para otros estudiantes.

Me ha encantado la actividad es muy divertida se las recomiendo al 100 por 100 y ayuda a entender mejor las mates porque no tiene que ser siempre aburrida la actividad de mates. (3° Primaria)

Me parece que lo han pensado bien y que puede facilitar a las personas que les cuesta los problemas matemáticos. (5° Primaria)

Me encantó. Me gustaría que en primero de la eso y en segundo también la hiciéramos. Me ayudó a entender la programación, que es lo quiero ser de mayor. (6° Primaria)

Me ha gustado que estuviese relacionado con las mates. (5° Primaria)

Por último, en el bloque relacionado con el trabajo en equipo existe una diversidad de opiniones. Por un lado, algunos participantes comentan lo positivo que les ha parecido resolver los problemas en grupo, mencionando la colaboración entre los miembros, saber trabajar de manera grupal e incluso la motivación de realizar cosas en compañía.

Nos ha gustado mucho, y hemos trabajado mucho en equipo. (5° Primaria)

Me ha gustado muuuucho y también trabajar con mis compis de mesa porque cuando no sabía algo me ayudaban. (5° Primaria)

La verdad es que opino que fue amena la actividad, además el hecho de hacerlo en grupo nos ayuda a saber trabajar mejor y tener más disciplina para la

próxima vez que hagamos algo en grupo. También hemos aprendido algo más de matemáticas, pero de una forma más divertida y diferente a la normal. En resumen, me ha gustado mucho. (6º Primaria)

Otros alumnos, por su parte, manifiestan un sentimiento diferente a la hora de trabajar en equipo. Algunos prefieren realizar este tipo de actividades de manera individual o con grupos diferentes para poder explorar y aprender ellos solos o en compañía de quienes prefieren. Otros resaltan la dificultad de trabajar en grupo, ya que algunos miembros pueden acaparar los elementos que encuentran más divertidos en vez de compartir la experiencia con el resto. También mencionan que otros compañeros se distraen o desinteresan en ciertas partes de la actividad, y no ayudan por ser algo complejo o aburrido para ellos.

Me gustaría haberlo hecho sin mis compañeros, pero el trabajo me gustó. (6º Primaria)

Quiero repetir, pero con otras personas para divertirme más y aprender. (3º Primaria)

Mi compañero se puso a jugar con las piezas y se puso a molestar. (3º Primaria)

Limitaciones

A pesar del análisis realizado, nos encontramos con algunas limitaciones dentro del estudio. En primer lugar, la implementación, recogida de datos y conclusiones extraídas provienen de un centro específico con una muestra pequeña. Esta propuesta beneficiosa para el centro podría no ser la realidad en otros centros educativos, o un caso generalizable sobre la percepción del alumnado acerca del pensamiento computacional.

Como segunda y última limitación, cabe destacar que las experiencias

realizadas en los ciclos no han sido llevadas a cabo por el mismo docente. En total, las experiencias se han realizado por 3 profesores, distribuidos en los 3 ciclos de Primaria. Al hacer cambios en los distintos cursos, el método de enseñanza puede variar en función del nivel y la manera en la que se ha impartido la sesión.

Discusión y conclusiones

A la vista de los resultados, podemos concluir diferentes cuestiones y en relación con los objetivos podemos decir que:

Con respecto al **primer objetivo** del estudio, conocer qué ha supuesto en la etapa Primaria este avance en el pensamiento computacional, observamos un nivel de implicación del alumnado muy positivo. Los estudiantes encuentran mucha motivación en este tipo de actividades, lo que aumenta su participación y ofrece un escenario de experimentación y creatividad con nuevas herramientas. Al ofrecer al alumnado intervenciones significativas con diversos recursos y aplicaciones tecnológicas, se satisface su demanda al mismo tiempo que se desarrolla el pensamiento computacional, matemático y crítico para la resolución de problemas. Con esta experiencia se ha podido observar cómo el pensamiento computacional es de gran relevancia en estas etapas para que el alumnado de una forma progresiva adquiera destrezas y se familiarice con las tecnologías que usarán a lo largo de su vida laboral o cotidiana. También se demuestra que, desde edades tempranas, es posible promover el pensamiento computacional y las vocaciones científico-tecnológicas a través de este tipo de recursos, con actividades guiadas y acordes a los contenidos de cada ciclo para la resolución de problemas.

En relación con el **segundo objetivo**, desarrollar una experiencia piloto de pensamiento computacional en los tres ciclos de Primaria, podemos observar

distintas variables tanto a nivel personal como social. En general, aplicar este tipo de experiencias en el aula desde un punto de vista lúdico e innovador ayuda al alumnado a concretar conceptos más abstractos o intangibles. La perspectiva sobre los contenidos cambia enormemente al realizar intervenciones donde los recursos y el enfoque de los problemas se trata como un juego en equipo, aspecto que los propios alumnos comentan de manera positiva. No obstante, hay algunas dificultades que podemos encontrar en un porcentaje de los alumnos. Algunos participantes demuestran su resistencia al trabajo en equipo o sugieren actividades individuales. En general, puede deberse a que los recursos captan la atención hasta el punto de ser acaparados por aquellos que quieren trabajar de manera individual. Otro motivo puede ser que el alumno prefiere aprovechar estos materiales sin la limitación de repartir la tarea entre los miembros del grupo. La falta de motivación de algunos alumnos en este tipo de actividades también es una realidad, y aquellos que no se sienten cómodos con experiencias de este tipo pueden desinteresarse con mayor facilidad. Aun así, es cierto que existe un gran porcentaje de alumnos que, a pesar de encontrar este tipo de actividades como retos complejos, no desisten por el hecho de utilizar recursos novedosos que les divierten, convirtiendo la experiencia en algo enriquecedor para la mayoría de participantes.

Por último, el **tercer objetivo**, analizar las líneas futuras del PC-PC, alineadas con el nuevo currículo LOMLOE, la introducción del pensamiento computacional en el sistema educativo de manera reglada puede mejorarlo porque supone un enriquecimiento con una triple dimensión: contenido, proceso y producto de aprendizaje (González, 2016). Esta introducción en el currículo

también pretende apoyar el desarrollo de habilidades y capacidades varias, como el trabajo en equipo, la mejora de la comunicación y la resolución de problemas, la capacidad para la toma de decisiones y la resolución de problemas, así como habilidades de investigación, desarrollo cognitivo y pensamiento activo (Mejía et al., 2002).

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración y participación del Colegio Claret Las Palmas. De igual manera, agradecemos el apoyo y el asesoramiento del Grupo de Innovación Educativa GIE-56 “Diseño e Implementación de Sistemas Integrados” de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Referencias bibliográficas

- Alcalde-Rodríguez, A. (2022). Reformulando la velocidad. El pensamiento computacional como vehículo de integración interdisciplinar entre las asignaturas de Tecnología y Física y Química en 2º de la ESO. [Trabajo Fin de Master]. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M.A., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V. and Stupurienė, G., *Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education*, Inamorato Dos Santos, A., Cachia, R., Giannoutsou, N. and Punie, Y. editor(s), Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-47208-7, doi:10.2760/126955, JRC128347.
- García-Rodríguez, O. (2022). Construyendo Robots, despertando vocaciones. Proyecto educativo de pensamiento computacional mediante robótica y programación en el Primer Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. [Trabajo Fin de Master]. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

- García, Y., y Reyes, D. (2012). Robótica educativa y su potencial mediador en el desarrollo de las competencias asociadas a la alfabetización científica. *Revista Educación y Tecnología, (2)*, 42–55
- González-Gallego, S. (2021). Creando Robots: Un Viaje De Los Juegos Infantiles A La Robótica Avanzada. Proyecto Educativo De Centro En Educación Secundaria Obligatoria. [Trabajo Fin de Master]. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. <http://hdl.handle.net/10553/109582>
- González-Gallego, S., Santana Coll, A., Álamo, J., y Quevedo, E. (2021). Expectativas del profesorado en la implementación curricular de un proyecto de centro de pensamiento computacional. En A. Ravelo, J. Alonso, C. Travieso, D. Sánchez, J. Canino, S. Pérez (Eds.), *Libro de Actas de las VIII Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC*, p. 53-60. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- González-Gallego, S., Santana Coll, A., Álamo, J., y Quevedo, E. (2022). Implantación de proyecto de centro de pensamiento computacional en primer ciclo de educación secundaria. punto de vista e intereses del alumnado. En D. Cobos, E. López, A. Jaén, A. H. Martín, y L. Molina (Eds.), *Libro de Actas, VI Congreso Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa*, p. 828.
- González, M. R. (2016). Codigoalfabetización y pensamiento computacional en educación primaria y secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas (Doctoral dissertation, UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia).
- INTEF, Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (2017). *El pensamiento computacional en la Enseñanza Obligatoria (Computhink). Implicaciones para la política y la práctica*. Ministerio de Educación y Formación Profesional. https://intef.es/wp-content/uploads/2017/02/2017_0206_CompuThink_JRC_UE-INTEF.pdf
- Tsarava, K., Moeller, K., Román-González, M., Golle, J., Leifheit, L., Butz, M. V., & Ninaus, M. (2022). A cognitive definition of computational thinking in primary education. *Computers & Education*, 179, 104425.
- The jamovi project (2022). *Jamovi* (Version 2.3) [Computer Software]. [Online]. Disponible: <https://www.jamovi.org>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (2020). Boletín Oficial del Estado, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOE-A-2020-17264.pdf>

- Mejía, I., Ariel Hurtado, J., Zúñiga Muñoz, R. F., & Salazar España, B. G. (2022). Robótica educativa como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional. Una revisión de la literatura: Educational robotics as a tool for the development of computer thinking. a review of the literature. *Revista Educación En Ingeniería*, 17(33), 68-78. <https://doi.org/10.26507/rei.v17n33.1216>
- Nordby, S. K., Bjerke, A. H., & Mifsud, L. (2022). Computational thinking in the primary mathematics classroom: A systematic review. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 1-23.
- Real Decreto 95/2022, de 2 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil (2022). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/02/01/95>
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (2022). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. (2022) <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- Sánchez, T. (2019). La influencia de la motivación y la cooperación del alumnado de primaria con robótica educativa: un estudio de caso. *Revista Panorama*, 13(25), 117–140. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v13i25.1132>
- Varea Carballo, R. (2022) El equilibrio automático; educación y robots. Intervención educativa de Pensamiento Computacional aplicado a la didáctica de Tecnología de 2º de la ESO [Trabajo Fin de Máster]. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, España.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.