



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

Sofía González Gallego^{1,2}, Alejandro Santana Coll^{1,2}, Ramón Varea Carballo³,
Adrián Alcalde Rodríguez³, Oliver García Rodríguez³,
Héctor Pérez Hernández¹, Carmen Beatriz Rosales Rodríguez¹,
Miguel Ángel Bacallado Marrero¹, Rubén López Navarro¹,
Cristina Garriga Cabo¹, Manuel Luis Pérez Salazar¹,
José Ramón Padrón Álvarez¹, Judit Álamo Rosales¹, Alberto Zapatera Llinares⁴
y Eduardo Gregorio Quevedo Gutiérrez³

¹ Colegio Claret Las Palmas

² Universidad de La Laguna

³ Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

⁴ Universidad CEU Cardenal Herrera

Resumen

La necesidad de incorporar el pensamiento computacional en educación ya no es una opción en los centros educativos y se convierte en una obligación tras la aparición del nuevo Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, de Enseñanzas Mínimas de la LOMLOE (Ley Orgánica de Modificación de la LOE). Han sido diversos los proyectos que han tratado de incorporar dicha formación en los centros educativos en los últimos años. El presente artículo muestra un estudio en el que se analizan los resultados de la aplicación del Proyecto de Centro de Pensamiento Computacional realizado en el Colegio Claret de Las Palmas y otras propuestas planteadas en otros dos centros de la isla de Gran Canaria en estos últimos dos años. Las conclusiones obtenidas indican que, efectivamente, la implantación de proyectos que desarrollan el pensamiento computacional,

utilizando como herramientas la programación y la robótica educativa, tienen un impacto positivo en el alumnado, tanto a nivel motivacional como de resultados académicos. Tras el análisis de los datos obtenidos a partir de los diferentes proyectos e intervenciones puede realizarse una hoja de ruta para futuras experiencias en las que se potencien los aspectos positivos tratando de minimizar los problemas detectados en el pasado, adaptando los proyectos a la Nueva Ley Educativa para sacar el máximo rendimiento al trabajo tanto de los/as docentes y como del alumnado.

Palabras clave: *pensamiento computacional, LOMLOE, Innovación educativa.*

Abstract

The need to incorporate computational thinking in educational centers is no longer an option, but an obligation after the appearance of the new Royal Decree 217/2022, on Minimum Education of the LOMLOE (Organic Law of Modification of the LOE). In recent years, several projects have tried to incorporate such training in educational centers. This article shows the results of the application of the computational thinking project carried out at the Claret College in Las Palmas, as well as other proposals made in two other centers on the island of Gran Canaria in the last two years. The conclusions obtained indicate that, effectively, the implementation of projects that develop computational thinking using programming and educational robotics as tools have a positive impact on students, both at motivational and academic level. After analyzing the data obtained from the different projects and interventions, a route guide can be drawn up for future interventions in which the positive aspects are enhanced, trying to minimize the problems detected in the past, adapting the projects to the New Education Law, to make the most out of the work of teachers and students.

Keywords: *computational thinking, LOMLOE, Educational innovation.*

Introducción

El pensamiento computacional es un área de conocimiento que se está

implantando en las escuelas de toda Europa desde hace años ya que se entiende la necesidad de dotar al alumnado de la capacidad necesaria para adaptarse a la sociedad en la que vivimos, en la que este tipo de pensamiento es cada vez más demandado por el mundo laboral y se convierte en imprescindible. Según Wing (2006), el pensamiento computacional hace referencia a los procesos del pensamiento que se desarrollan a la hora de formular problemas y buscar soluciones que puedan ser llevadas a cabo por los procesadores de información. Esta definición implica que se trata de una forma de pensamiento, de modo que no tiene que estar forzosamente asociada a la tecnología y, por lo tanto, puede ser aplicada y utilizada en cualquier aspecto de la vida. (INTEF, 2017).

En el estudio de Bocconi et al. (2022) se analiza la implantación de planes específicos para el desarrollo del pensamiento computacional en la educación en diferentes países. Como puede observarse en la Figura 1, gran parte de los países europeos presentan ya en currículo o se encuentran en proceso de implementar planes específicos para el desarrollo del pensamiento computacional en las escuelas.

Según este mismo informe, las estrategias seguidas por los diferentes países para integrar el pensamiento computacional en los currículos son diversas, ya que puede hacerse de forma transversal a las diferentes materias, como parte de una asignatura concreta, o en combinación con varias asignaturas del currículo.

Lanzamiento de proyecto de centro de pensamiento computacional en educación secundaria. Lecciones aprendidas y planificación futura partiendo del Real Decreto de Enseñanzas Mínimas de la LOMLOE

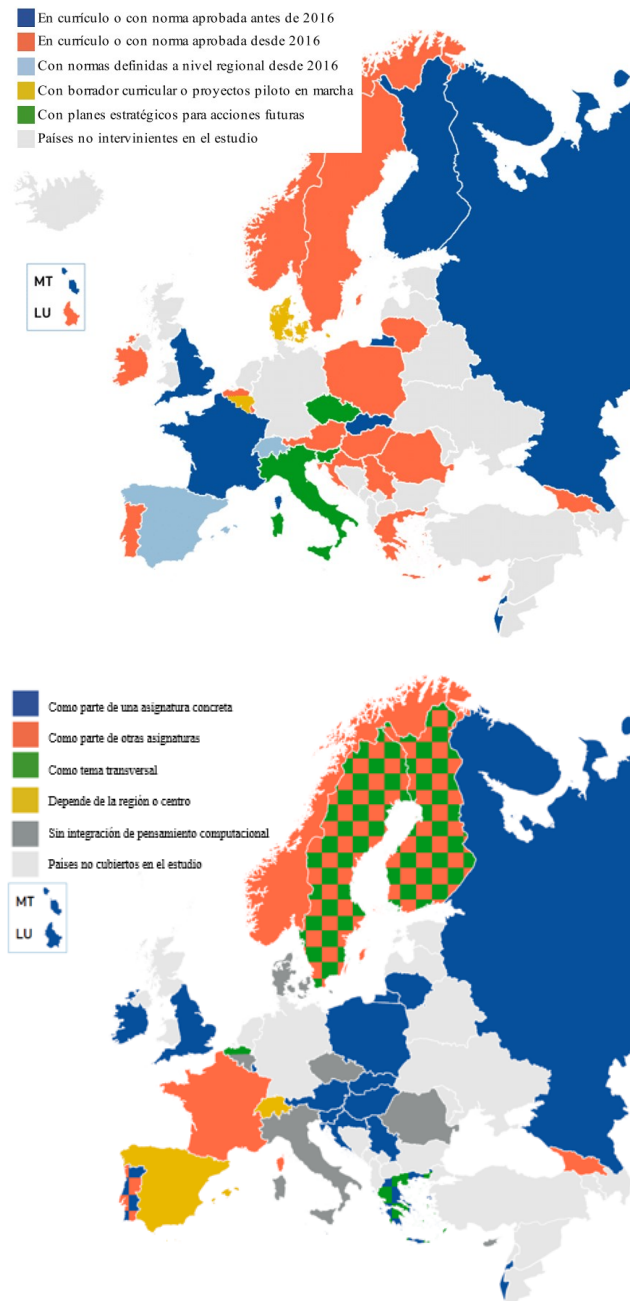


Figura 1: Implantación del Pensamiento Computacional en educación secundaria. Planes europeos. Adaptado de “Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education. State of play and practices from computing education” (2022)

Marco normativo en España

En España, hasta la aparición de la reciente ley educativa LOMLOE (Ley Orgánica de Modificación de la LOE, 2020), no se contemplaba a nivel nacional el trabajar el pensamiento computacional en las escuelas y su inclusión en el currículo dependía, íntegramente, de las políticas regionales de cada Comunidad Autónoma. Tras la publicación 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), y siguiendo las directrices marcadas por Europa, el pensamiento computacional ha tomado un nuevo protagonismo. Entre los tres RD mencionados anteriormente, el concepto de pensamiento computacional se nombra hasta en 56 ocasiones.

El RD 217/2022, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, incluye 28 referencias directas al pensamiento computacional planteándose como aprendizaje común en varias asignaturas; Biología y Geología; Tecnología y Digitalización; Tecnología; y Matemáticas.

Biología y Geología:

El pensamiento computacional aparece como competencia específica “Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología” y como parte del primer criterio de evaluación, Resolver problemas o dar explicación a procesos

biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información proporcionados por el docente, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales”.

Tecnología y Digitalización:

La materia de *Tecnología y Digitalización* se presenta como una asignatura de reciente implantación, que aparece por primera vez en la Educación Secundaria Española de la mano de la LOMLOE. Es obligatoria para todo el alumnado que ha de cursarla al menos una vez en el primer ciclo de la ESO. El desarrollo del pensamiento computacional forma uno de los cinco ejes vertebrales de la asignatura junto con “la aplicación de la resolución de problemas mediante un aprendizaje basado en el desarrollo de proyectos, la incorporación de las tecnologías digitales en los procesos de aprendizaje, la naturaleza interdisciplinar propia de la tecnología, su aportación a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y su conexión con el mundo real, así como el fomento de actitudes como la creatividad, la cooperación, el desarrollo tecnológico sostenible o el emprendimiento”.

La importancia del pensamiento computacional en la materia es tal que tiene un bloque propio “Pensamiento computacional, programación y robótica” y participa de la 5ª competencia específica de la asignatura “Desarrollar algoritmos y aplicaciones informáticas en distintos entornos, aplicando los principios del pensamiento computacional e incorporando las tecnologías emergentes, para crear soluciones a problemas concretos, automatizar procesos y aplicarlos en sistemas de control o en robótica”.

Tecnología:

El pensamiento computacional se trata como una de las competencias específicas que da continuidad a la asignatura de *Tecnología y Digitalización*, correspondiente al primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria: “el pensamiento computacional y sus implicaciones en la automatización y en la conexión de dispositivos a internet”. Además, está presente como línea central en uno de los cuatro bloques de saberes básicos interrelacionados que se proponen: “«Pensamiento computacional, automatización y robótica». En este, se establecen las bases para entender, diseñar e implementar sistemas de control programado, así como programar ordenadores y dispositivos móviles.

Matemáticas:

La materia de Matemáticas se encuentra muy relacionada con el pensamiento computacional en la nueva ley educativa, tanto es así que se considera como un apartado que debe trabajarse de forma transversal en toda la asignatura. Está incluido también en las competencias específicas y forma parte de los saberes básicos, tanto en las Matemáticas impartidas en el primer ciclo de la etapa como en las dos opciones que se ofrecen para el cuarto curso de la ESO, Matemáticas A o Matemáticas B. En esta materia se entiende que el aprendizaje del pensamiento computacional incluye los siguientes puntos:

- Resolución de problemas mediante la descomposición en partes, la automatización y el pensamiento algorítmico.
- Estrategias en la interpretación, modificación y creación de algoritmos.
- Formulación y análisis de problemas de la vida cotidiana mediante programas y otras herramientas.

Proyectos implicados

A pesar de ser un tema recientemente propuesto en las leyes educativas españolas, hay un buen número de los centros educativos que llevan años trabajando el pensamiento computacional, ya sea con proyectos de centro, proyectos anuales o con intervenciones puntuales en las asignaturas especialmente ligadas a la tecnología. Uno de estos centros es el Colegio Claret Las Palmas, que comenzó en el año 2019 el diseño e implantación de un Proyecto de Centro de Pensamiento Computacional con el objetivo de integrar el pensamiento computacional en el currículo de las diferentes etapas educativas, desde infantil hasta secundaria. Este proyecto cuenta con el asesoramiento de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, con la que se ha establecido un contrato de colaboración gestionado por la Fundación Universitaria de Las Palmas (FULP).

Durante su año inicial, 2019, el proyecto se desarrolla como piloto en 1º y 2º de Primaria, extendiéndose el curso siguiente a 3º y 4º de la misma etapa. Durante el curso escolar 2021/2022 se amplía su alcance convirtiéndose en el proyecto de centro que se pretendía inicialmente, incorporando los 13 niveles educativos que van desde 1º de Educación Infantil hasta 4º de Educación Secundaria Obligatoria. Cada una de estas etapas cuenta con una implantación del proyecto diferente, adaptada al nivel y capacidades del alumnado. En Educación Infantil se trabaja actualmente con pensamiento computacional desenchufado y con Robots Kubo (Figura 2 a), en 1º y 2º de Primaria se utiliza el Robot de Edelvives Next 2.0 para reforzar contenidos curriculares (Figura 2 b), a partir de 3º de Primaria se comienza a trabajar con programación a través del lenguaje de

González-Gallego, S.; Santana, A.; Varea, R.; Alcalde, A.; García, O.; Pérez, H.; Rosales, C.B.; Bacallado, M.A.; López, R.; Garriga, G.; Pérez, M.L.; Padrón, J.R.; Iamo, J.; Zapatera, A.; Quevedo, E.G.

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 2 c). Por último, Educación Secundaria se centra en proyectos de electrónica y robótica basados en placas Arduino Uno (Figura 2 d).



Figura 3 pueden verse fotografías de algunas de las experiencias realizadas en Educación Infantil (imagen a la izquierda) y Educación Primaria (imagen central y derecha), utilizando los diferentes robots comerciales anteriormente mencionados.

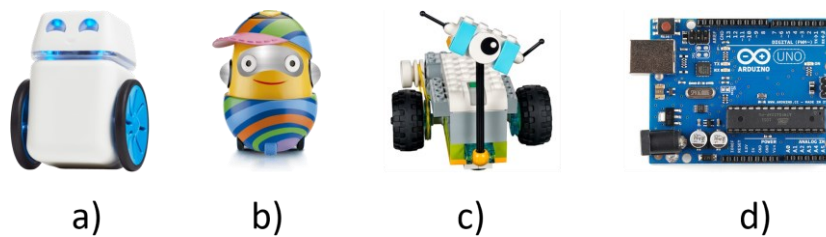


Figura 2: Tecnología utilizada en las diferentes etapas del Colegio Claret Las Palmas. Adaptado de “Expectativas del profesorado en la implementación curricular de un proyecto de pensamiento computacional basado en robótica y programación”, por González-Gallego et al., 2021.



Figura 3: Experiencias en E. Infantil y Primaria. Colegio Claret Las Palmas.

En esta última etapa de Educación Secundaria, el proyecto tiene en marcha varios subproyectos, que combinan la robótica educativa y la programación con el diseño y la impresión 3D. Por una parte, los niveles de 1º y 2º de la ESO han comenzado a trabajar con electrónica y programación este curso 2021/2022 por lo que se han centrado en unos subproyectos sencillos ya que era el primer contacto que tenía su alumnado con la programación y la robótica. El objetivo era que los/as estudiantes aprendiesen algo de programación utilizando programación por bloques (utilizando el software Snap4Arduino) y construyesen un primer producto con elementos electrónicos. En el caso de 1º de la ESO, una barrera con sensores para controlar su apertura y su cierre, y en 2º de la ESO, un robot siguelínea con sensor de ultrasonido para evitar colisiones. En esta etapa se ha incorporado también una intervención realizada a uno de los 6 grupos que componen el nivel educativo, en el marco del trabajo de Fin de Máster de dos estudiantes del Máster de Formación del Profesorado. El objetivo de dicha intervención fue relacionar la robótica trabajada en la asignatura de Tecnología con otros conceptos de la misma materia, en concreto el criterio de evaluación relativo a máquinas simples (palancas) (Varea-Carballo, 2022) en Física y

Química en su criterio de cinemática y velocidad (Alcalde-Rodríguez, 2022).

En la Figura 4 puede verse, en la imagen de la izquierda, el modelo de robot con el que ha trabajado el curso de 2º de la ESO y a la derecha, una fotografía de la intervención realizada incluyendo contenidos de palancas y velocidad media.

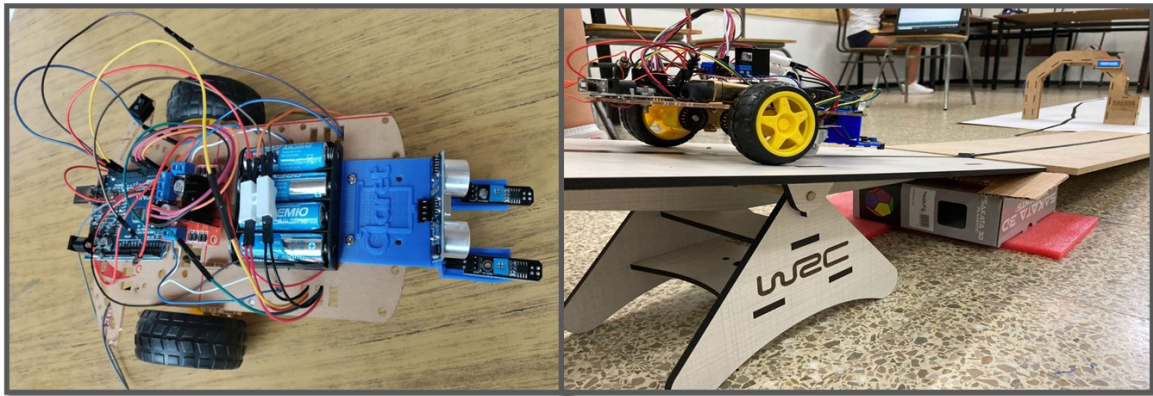


Figura 4: Experiencias en 1º ciclo de la ESO. Colegio Claret Las Palmas.

Los niveles de 3º y 4º de la ESO, cursos en los que el profesorado ya está acostumbrado a trabajar con placas Arduino Uno y con programación gracias a haber realizado proyectos utilizando estos recursos en años anteriores, han trabajado tres subproyectos dentro del proyecto de pensamiento computacional del centro durante este mismo curso.

El primero de ellos es un subproyecto de programación y genética, en el cual se han relacionado las asignaturas de Biología y Tecnología para diseñar un algoritmo en Python capaz de abordar problemas sencillos de genética.

El segundo, más ambicioso y complejo, combina las asignaturas de Tecnología, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Matemáticas y Biología y se centra en reproducir las características de un ecosistema utilizando la placa Arduino y módulos compatibles (sensores y actuadores). El objetivo es

que el alumnado sea capaz de realizar un diseño que, mediante la información recibida por los sensores, controle actuadores que activan o desactivan los aspersores, las placas calefactoras y la iluminación del sistema de forma automática.



Figura 5: Robots resultantes del proyecto “Creando Robots”. Adaptado de “Creando Robots: Un viaje de los juegos infantiles a la robótica avanzada. Proyecto educativo de centro en Educación Secundaria Obligatoria”, por González-Gallego, 2021.

Por último, se trabaja en un subproyecto orientado al curso de 3º de la ESO en el que se utiliza la experiencia del Camino de Santiago, viaje que realizan los alumnos de este nivel, para aprender a hacer un perfil topográfico del camino e imprimirlo posteriormente en 3D con las impresoras de las que dispone el centro. Se trata de un subproyecto multidisciplinar que engloba las asignaturas de Matemáticas, Biología, Tecnología, Educación Plástica, Visual y Audiovisual, Física y Química, Educación Física y Religión.

Para la realización del presente estudio se han tenido en cuenta experiencias realizadas también en otros dos centros educativos en los que se diseñó y se

implementó una innovación educativa consistente en llevar el pensamiento computacional y la robótica educativa a centros sin experiencias previas. La primera de ellas se realizó en el curso 2020/2021 en un centro pequeño de Las Palmas de Gran Canaria que contaba con dos líneas por nivel y suponía un proyecto que implicaba a varios cursos (2º, 3º y 4º de la ESO) en la construcción y programación de un robot montado con piezas de lego y Arduino (Figura 5), (González-Gallego, 2021). Este proyecto, al que denominaremos en adelante “Creando Robots”, fue realizado como Trabajo Fin de Máster del Máster de Formación del Profesorado.

La segunda propuesta de innovación se llevó a cabo en un IES de la zona sur de la isla de Gran Canaria e implicó al alumnado de los niveles de 1º y 2º de la ESO principalmente. Consistía en trabajar en primer lugar el pensamiento computacional mediante la programación de un videojuego con el objetivo de limpiar el océano de basura utilizando Scratch para posteriormente construir un prototipo funcional de coche capaz de desplazarse (Figura 6) (García-Rodríguez, 2022). Esta propuesta, a la que denominaremos en adelante “Construyendo robots, despertando vocaciones” se realizó como Trabajo Fin de Máster del Máster de Formación del Profesorado en el presente curso académico, 2021/2022.

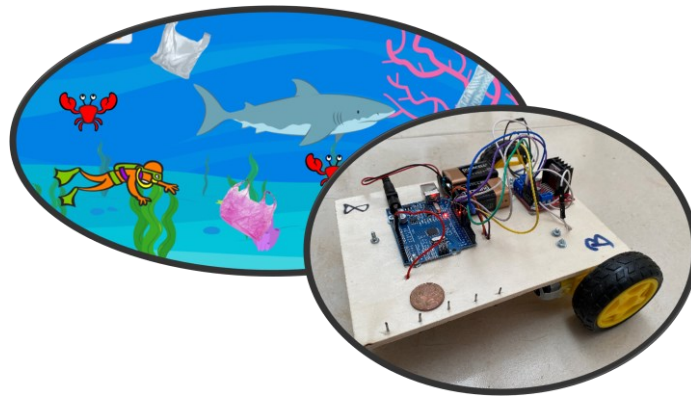


Figura 6: Productos del proyecto "Construyendo Robots, despertando vocaciones". Adaptado de "Construyendo Robots, despertando vocaciones. Proyecto educativo de pensamiento computacional mediante robótica y programación en el Primer Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria", por García-Rodríguez, 2022.

Objetivos

Los objetivos que se persiguen en el presente estudio son varios, entre ellos se pueden destacar los siguientes:

- Determinar hasta qué punto los proyectos de pensamiento computacional son interesantes y motivadores para el alumnado.
- Descubrir si la relación del alumnado con la tecnología ha cambiado tras haber tenido contacto con este tipo de proyectos.
- Estudiar el impacto de la utilización de intervenciones interdisciplinares en el interés del alumnado por el propio proyecto de pensamiento computacional, así como en la asimilación de conceptos.
- Validar los proyectos y encontrar los puntos susceptibles de mejora para incidir en ellos en el futuro.

Material y métodos

En el marco de los proyectos anteriormente descritos y con el objetivo de identificar las fortalezas y limitaciones, así como las cuestiones a tener en cuenta a la hora de implementar proyectos de desarrollo de pensamiento computacional, se han realizado una serie de encuestas y cuestionarios a los participantes de los diferentes proyectos, una vez concluidos los mismos. El objetivo de estas encuestas es determinar el impacto de los proyectos de pensamiento computacional en el alumnado a la par que evaluar su validez de cara a desarrollar el pensamiento computacional y la asimilación de contenidos curriculares para cuya docencia se utilice la robótica y/o programación como herramienta didáctica. A partir de estas encuestas se han sacado una serie de conclusiones que se expondrán más adelante.

Instrumento

El instrumento elegido para la obtención de datos ha sido, en todos los casos, la realización de encuestas anónimas utilizando el sistema de formularios de Google (“*Google Forms*”), ya que admite una gran variabilidad de preguntas, permite también el bloqueo de respuestas a una por participante y la obtención de respuestas de forma rápida. De igual forma, todos los centros en los que se han realizado los proyectos trabajan de manera habitual con la plataforma Classroom, del paquete de *Google Gsuite for Education*, por lo que el alumnado está habituado a utilizar este tipo de recursos.

Participantes

Tal y como se ha indicado anteriormente, se han realizado dos propuesta de innovación educativa en centros sin experiencia en la docencia del pensamiento

computacional con robótica y programación, así como una intervención doble en el marco de un proyecto de centro de pensamiento computacional que está actualmente en proceso de implantación. Se estudian también los datos aportados por los participantes en este proyecto.

En total se han analizado datos proporcionados por 231 estudiantes, de los cuales 41 participaron en la innovación educativa “Creando robots” en sus diferentes fases, 104 en la segunda innovación “Construyendo robots, despertando vocaciones” y los 86 restantes forman parte del proyecto de centro del Colegio Claret Las Palmas en el nivel de 2º de la ESO. De estos últimos, 20 alumnos/as participaron además, en la intervención educativa mencionada con el objetivo de analizar las implicaciones que tiene trabajar el proyecto de forma interdisciplinar, tanto en adquisición de conocimientos como de implicación en el propio proyecto, mientras que los 66 restantes se han utilizado como grupo de control a la par que para analizar la eficacia del proyecto. En la Figura 7 y la Figura 8 puede verse la distribución del alumnado participante en los diferentes proyectos así como su distribución por niveles. Aunque los proyectos se han realizado en todos los cursos de Educación Secundaria Obligatoria, la mayor parte de los encuestados que han participado en el estudio son de 2º de la ESO.

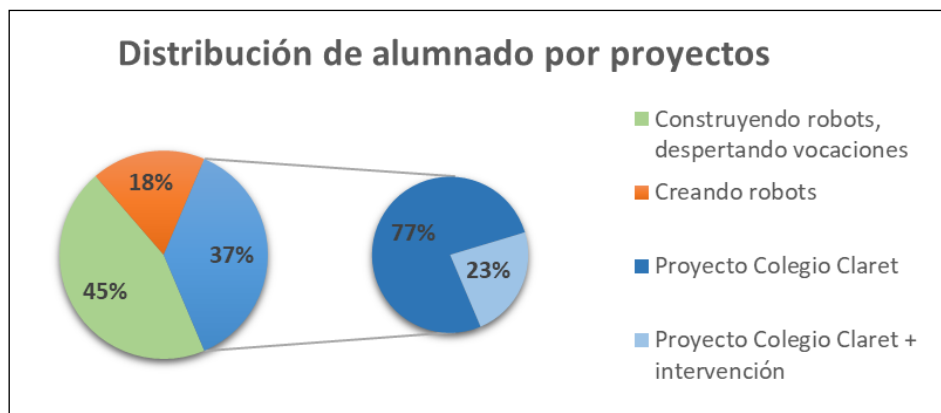


Figura 7: Distribución de alumnado por proyectos.

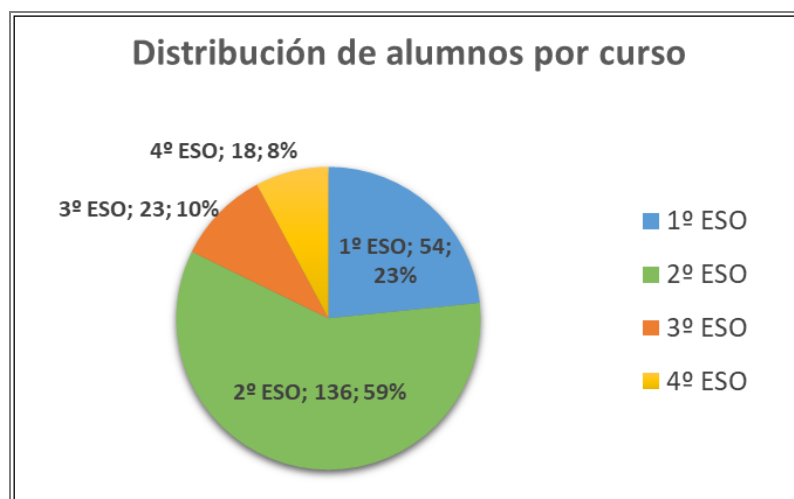


Figura 8: Distribución de alumnos/as por curso.

Respecto a su sexo, el 45,5% son chicas (105 alumnas) y el 54,5% restante son chicos (126 alumnos).

Cada proyecto ha sido diseñado e implementado de forma distinta y abarcando diferentes niveles, por ello no todos los/as alumnos/as han trabajado en las mismas fases. Se han distinguido tres fases: programación, robótica y diseño e impresión 3D. En la Figura 9 se muestra la cantidad de alumnos/as participantes

en cada una de las fases.

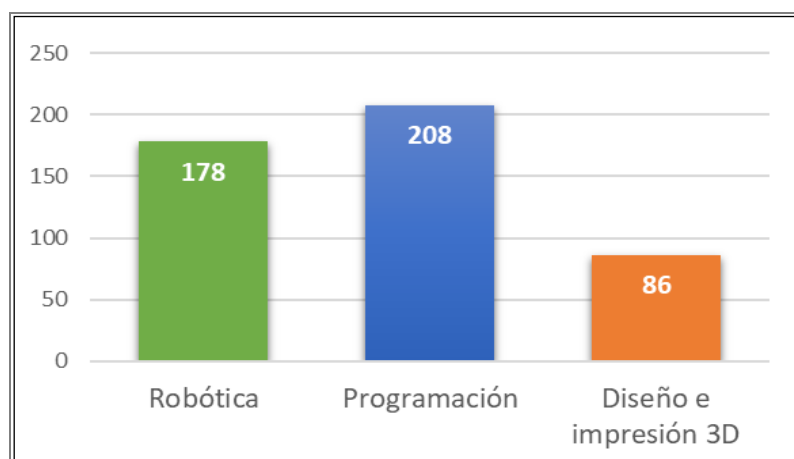


Figura 9: Alumnado participante en las distintas fases de los proyectos.

Procedimiento

Las encuestas se han sido realizadas a lo largo de una semana al finalizar los diferentes proyectos e intervenciones. En el caso del proyecto de centro del Colegio Claret, a pesar de que el proyecto sigue en marcha, la encuesta se ha realizado al finalizar el curso académico 2021/2022 al alumnado que ha comenzado a trabajar con robótica y programación durante dicho curso y que no había tenido formación previa al respecto en el centro educativo.

Diseño y análisis de datos

Los formularios se han estructurado en varios bloques tras unas preguntas iniciales de categorización para orientarse según sea el nivel académico y la parte del proyecto en el que el alumnado ha participado, ya que no en todos los proyectos el alumnado ha participado de igual manera. En algunos de ellos se ha

añadido una sección para la evaluación de contenidos y del desarrollo de pensamiento computacional obtenido por el alumnado que ha participado en las intervenciones y los proyectos frente a aquellos otros que no lo han hecho, que nos servirán como grupo de control para validar los resultados.

Encuestas

Para la realización de las encuestas se ha utilizado una metodología mixta de investigación en la que se combinan preguntas en escala de Likert, de selección múltiple interpretadas a escala Likert y preguntas cualitativas abiertas y cerradas. Se han incluido también preguntas para categorizar los datos, como el sexo y el curso académico.

- **Análisis cuantitativo:** Se incluyen preguntas en escala Likert, de 1 a 5, para valorar el interés y motivación del alumnado hacia los proyectos realizados, así como preguntas de selección múltiple, interpretadas a escala Likert, con el mismo propósito.
- **Análisis cualitativo:** Se han realizado preguntas abiertas con la intención de permitir al alumnado expresar sus propias ideas e impresiones respecto al proyecto en el que han trabajado, así como una serie de preguntas cerradas para tratar de concretar estas sensaciones.

Cuestionario de contenido

Como se ha indicado anteriormente, se ha incluido un cuestionario de contenido en aquellos proyectos en los que se ha querido evaluar también el efecto que las innovaciones e intervenciones pueden tener sobre el pensamiento computacional o los contenidos de las materias implicadas.

Para la evaluación del desarrollo del pensamiento computacional se ha planteado una pregunta específica en el proyecto de “Construyendo robots, despertando vocaciones” y en el “Proyecto de Centro del Colegio Claret Las Palmas”, y se han utilizado grupos de control con alumnado no participante en las intervenciones o en las innovaciones para comprobar si existe variación en los resultados.

Resultados

A tenor de los datos recabados, podemos determinar que, en general, el alumnado se muestra interesado y motivado por el trabajo a realizar cuando se introducen robots y programación como proyecto. En la Figura 10 puede verse cómo un 64% de los/as encuestados/as manifestó sentirse ilusionado/a por comenzar un proyecto de estas características. Es notable remarcar también el porcentaje de alumnado que indicó que se había sentido incapaz, pensaban que no iba a salir bien o habían sentido miedo a la hora de enfrentarse con el proyecto. En contrapartida, la cantidad de alumnado que permanecía indiferente al proyecto o incluso que se habían sentido desmotivados, es muy pequeño.

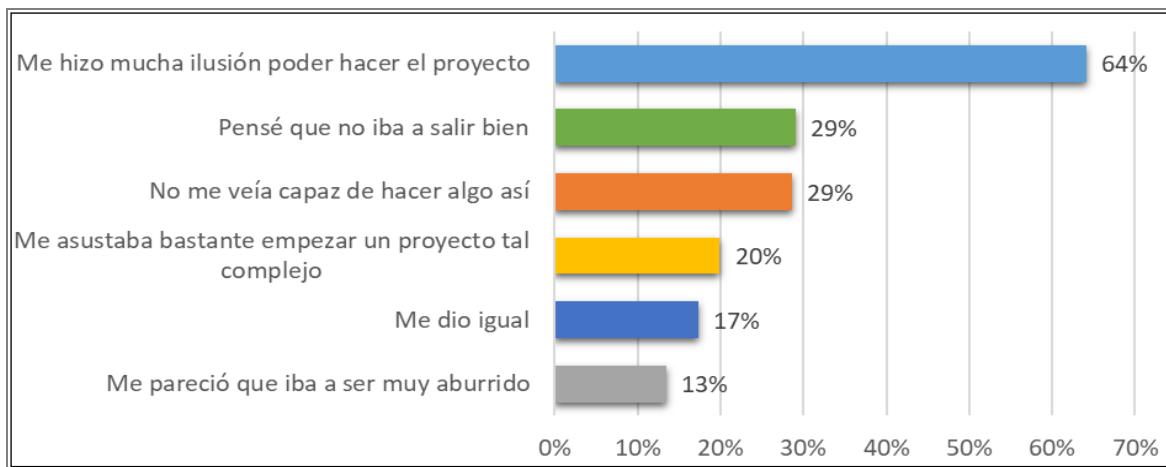


Figura 10: Resumen de sensaciones del alumnado al inicio de los proyectos.

Al analizar las diferentes fases de los proyectos, vemos que despierta más interés el trabajo con robótica educativa, seguido de la programación, con muy poca diferencia. Por otra parte, el diseño e impresión 3D tiene una menor aceptación por el alumnado de forma general. En la Figura 11 se puede ver gráficamente esta valoración en función de la fase del proyecto, teniendo en cuenta que se trata de una puntuación en escala Likert, que va del 1 al 5.

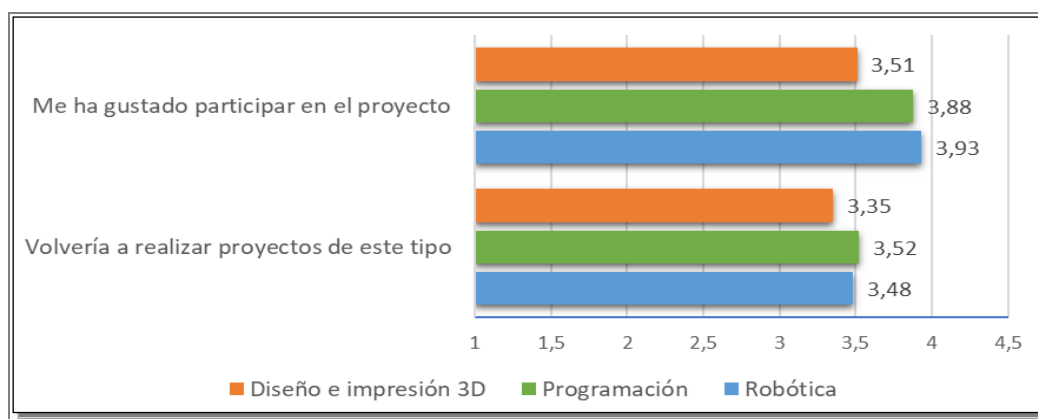


Figura 11: Valoración de las diferentes fases de los proyectos.

Es llamativo comprobar que hay un porcentaje importante de alumnado que, pese a afirmar que les ha gustado el proyecto, valorándolo con un 4 o un 5, no son partidarios de repetirlo. Ocurre de forma similar especialmente con la robótica y la programación, y, en cambio, este porcentaje disminuye significativamente en la fase de diseño e impresión 3D. Las Figuras 12 y 13 muestran gráficamente estos resultados.

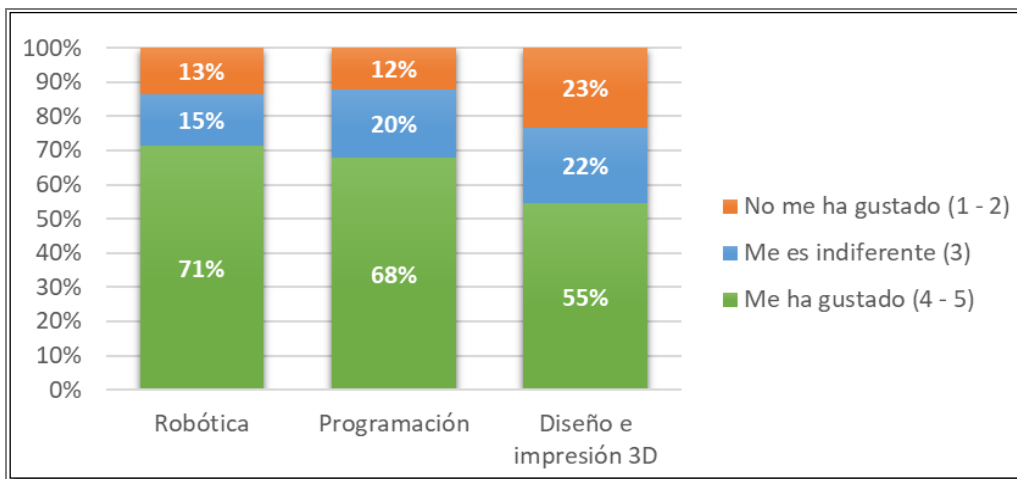


Figura 12: Resumen de valoraciones del proyecto según sus fases.

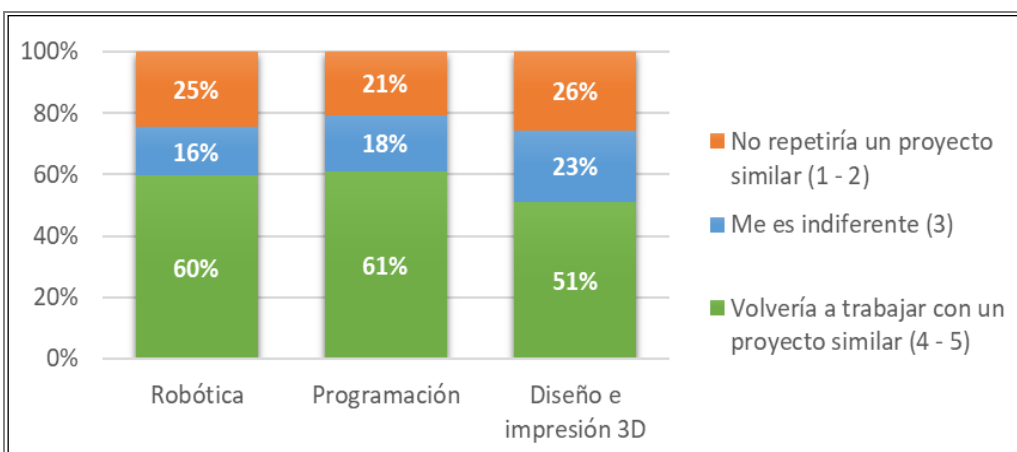


Figura 13: Resumen de interés en repetir proyectos similares.

Al estudiar el impacto de los proyectos que desarrollan el pensamiento computacional con el interés del alumnado por la tecnología (Figura 14), nos encontramos con que gran parte del mismo indica que, tras los proyectos, le gusta más la materia. Por contrapartida, hay un pequeño porcentaje de alumnado en el que la participación en estos proyectos ha tenido el efecto contrario y manifiestan sentirse menos atraídos por la tecnología. Un 34 % indica que el trabajar en estos proyectos no ha modificado su interés por la materia, pero es importante valorar que muchos de estos/as alumnos/as manifiestan tener un interés alto por la misma, con independencia de la introducción de la robótica y la programación en la programación didáctica.



Figura 14: Impacto de los proyectos sobre el interés por la Tecnología

Tras la realización de las intervenciones planteadas, relacionadas con otros contenidos de la materia de Tecnología y contenidos de la materia de Física y Química, se ha podido comprobar si la utilización de la robótica educativa como recurso didáctico tiene alguna repercusión en la asimilación de contenidos. Se ha podido analizar también si existe diferencia en la forma en la que los/as estudiantes que han participado en las intervenciones valoran el subproyecto de

pensamiento computacional en el que están trabajando.

En referencia a esta última cuestión, la Figura 15 muestra cómo, de media, los/as participantes en las intervenciones que relacionan el proyecto con otros contenidos y asignaturas, manifiestan un mayor interés por el mismo, frente a aquellos/as estudiantes que, aun formando parte del proyecto, no han podido extrapolarlo a otras situaciones más allá de las presentadas inicialmente.

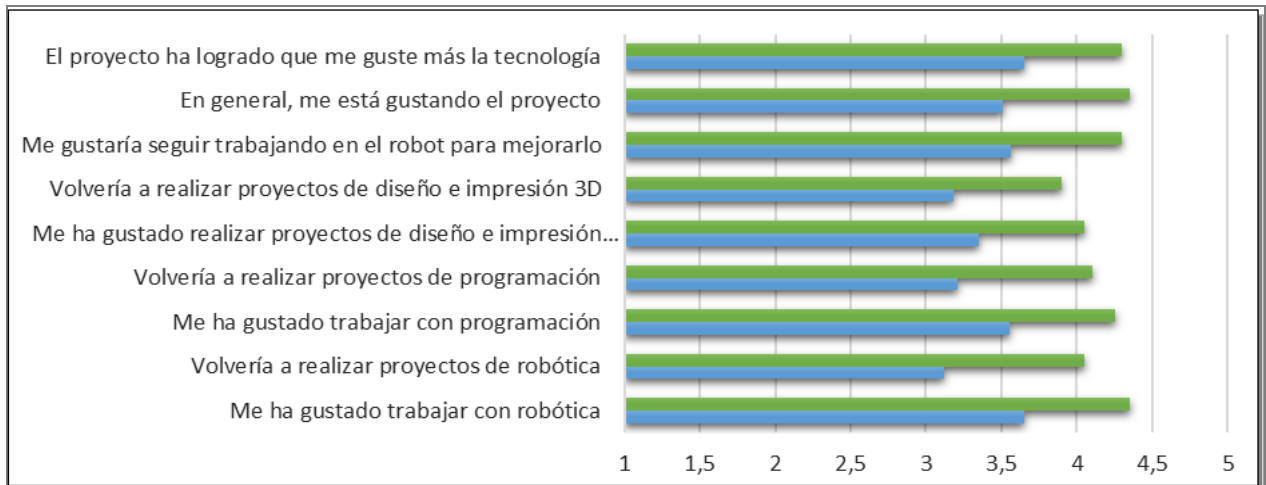


Figura 15: Comparativa entre el grupo de intervención y el grupo control. Interés en el proyecto de centro

Se ha querido también analizar la importancia que tiene para el alumnado el poder trabajar otros contenidos y cómo afecta a su forma de aprender. En general, los resultados son muy positivos, destacando sobre el resto la valoración que se le da a relacionar la robótica con otras asignaturas, con una puntuación de 4,8 sobre 5 (en escala Likert), como puede verse en la Figura 16.

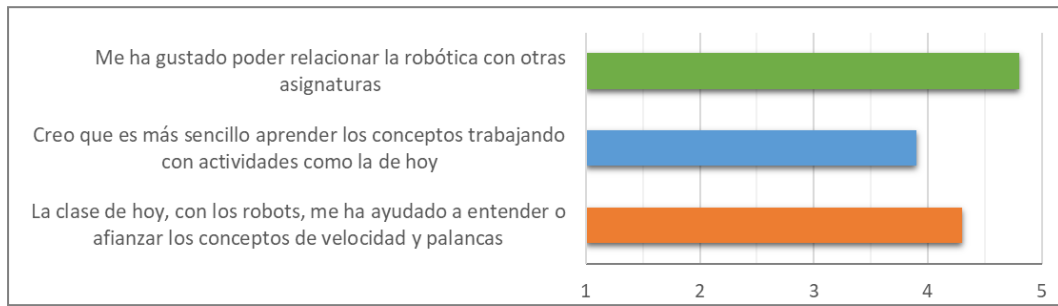


Figura 16: Valoración de las intervenciones interdisciplinarias planteadas

En cuanto a la adquisición o consolidación de los aprendizajes de otras materias o unidades didácticas, los resultados de los cuestionarios de contenidos realizados, expresados como porcentaje de aciertos por pregunta pueden verse en la Figura 17 y Figura 18, tanto para el tema de cinemática de Física y Química como para el bloque de máquinas simples de Tecnología.

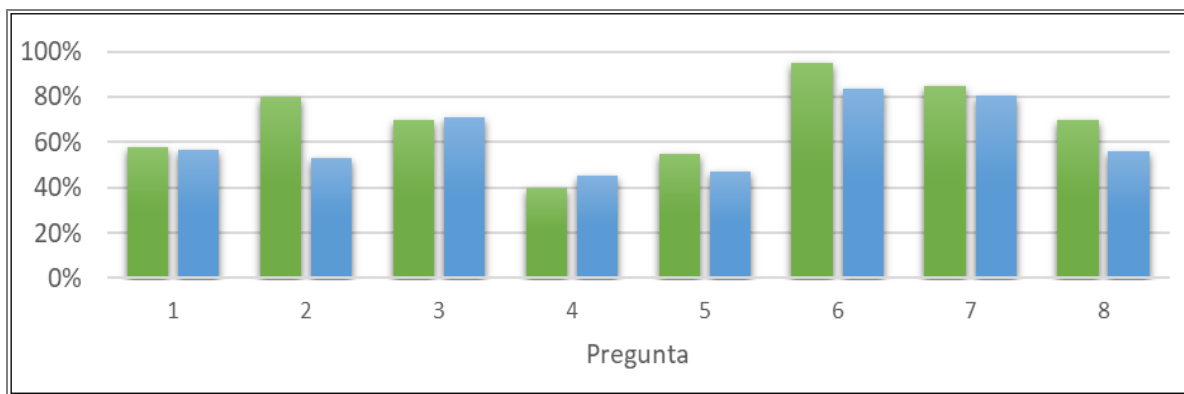


Figura 17: Comparativa entre grupo intervención y grupo control. Contenidos de Física y Química

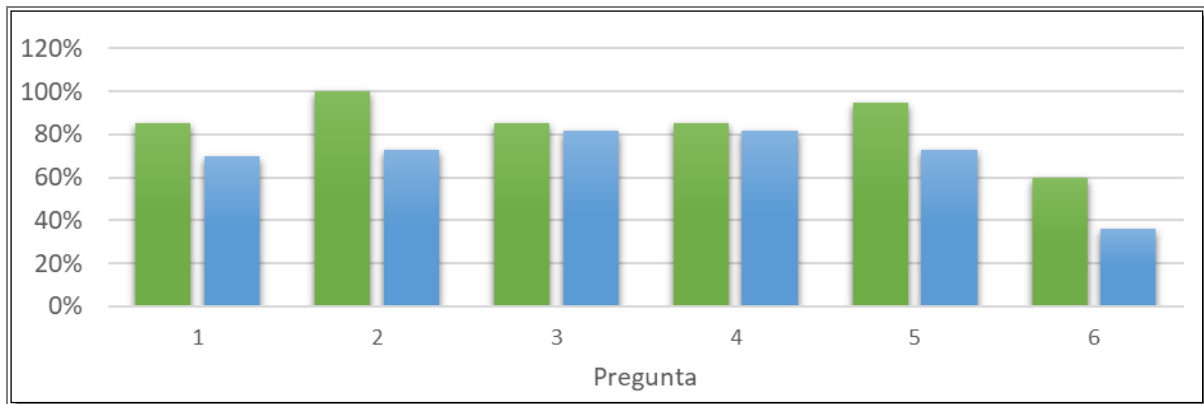


Figura 18: Comparativa entre grupo intervención y grupo control. Contenidos de Tecnología

Como puede observarse en base a los resultados obtenidos, el porcentaje de aciertos de cada una de las preguntas es, en casi todas ellas, ligeramente superiores a la media del grupo de control, pero no con una diferencia que pueda considerarse significativa. En alguna pregunta del tema de cinemática, los resultados son incluso inferiores, hecho que pudiera justificarse teniendo en cuenta que eran preguntas que necesitaban de la realización de algunos cálculos y el grupo que realizó la intervención no disponía de papel o calculadora para hacerlos.

Para valorar el desarrollo del pensamiento computacional se ha realizado una pequeña prueba en la que un marcador tiene que llegar de un punto a otro del plano cumpliendo unos requisitos, utilizando flechas de movimiento. En la Figura 19 se puede ver un resumen de los resultados. En el proyecto “Construyendo robots, despertando vocaciones” los grupos de control no han participado de ninguna manera en el proyecto de pensamiento computacional, por lo que las diferencias en los resultados obtenidos, indicados en porcentaje de aciertos, son bastante elevadas, especialmente en el grupo de 2º de ESO.

	Proyecto "Construyendo robots, despertando vocaciones"				Proyecto Colegio Claret	
	Participante 1º ESO	Control 1º ESO	Participante 2º ESO	Control 2º ESO	Intervención	Control
Porcentaje de aciertos	57%	32%	87%	33%	70%	48%

Figura 19: Resumen de resultados en pruebas de pensamiento computacional

Si comparamos estos mismos resultados, podemos ver cómo el grupo de control del Proyecto de Centro del Colegio Claret Las Palmas obtiene un 48% de aciertos con su grupo de control. Este grupo, aunque no ha realizado la intervención en la que se han manipulado físicamente los robots terminados, sí que ha participado en el proyecto de montaje y programación de los mismos, y este hecho puede justificar esa diferencia tan significativa con los grupos de control del otro proyecto.

De cara a tratar de mejorar la implantación de los proyectos de pensamiento computacional en los centros, se han realizado una serie de preguntas al alumnado para descubrir los puntos débiles y las correcciones que podrían realizarse en proyectos, subproyectos o intervenciones futuras. Las respuestas obtenidas pueden agruparse en cuatro bloques, en función de su tipología: trabajo en equipo, tiempo invertido, complejidad del proyecto e transversalidad de los proyectos.

Trabajo en equipo

En general se ha valorado muy positivamente el trabajo cooperativo pero más del 70 % de los/as encuestados/as manifiesta haber tenido problemas con sus compañeros de trabajo. Un 23 % indica que preferiría elegir los compañeros, un

34% prefiere trabajar en grupos pequeños (por parejas o con un máximo de 3 integrantes por equipo), un 8% prefiere trabajar de forma individual y un 15% preferiría hacerlo en grupos de trabajo más grandes, de 4 o más integrantes.

Se han extraído algunos de los comentarios realizados por alumnos/as de 2º de la ESO del Colegio Claret de Las Palmas con objeto de ejemplificar las sensaciones respecto al trabajo en equipo.

“Me gustaría hacer estos proyectos más seguidos pero con un equipo que sapa lo que está haciendo y poder dividirnos el trabajo de una manera equilibrada”

“Lo veo una actividad muy buena pero dependiendo de con los compañeros es mejor trabajar.”

“Que tengo otro grupo donde nadie se quejara y todos hagan todos y que no pasen de nada.”

Tiempo invertido en el proyecto

La integración de las innovaciones y los proyectos y subproyectos en las programaciones didácticas de los diferentes centros se ha hecho, en algunos casos, de forma posterior a haber comenzado el curso, de modo que los tiempos de los que se han dispuesto no han sido muchos. Hay que tener en cuenta que, hasta ahora, tampoco se han integrado en la asignatura de Tecnología de forma transversal sino como proyecto aislado. En estos casos, tener en cuenta las sensaciones del alumnado respecto al tiempo disponible para el proyecto, es de vital importancia de cara a mejorar las planificaciones.

En este sentido, el 60% de los/as participantes en los diferentes proyectos, manifiesta que el tiempo que han tenido no ha sido suficiente y que se debería ir

más lento para mejorar los resultados y el aprendizaje. Un 11% indica, además, que sería mejor trabajarlo durante todo el curso, de forma transversal.

Complejidad de los proyectos

En este aspecto no parece haber un criterio claro. Hay un 24% del alumnado que indica que les gustaría realizar un proyecto más complejo, incorporando sensores y control del robot desde otros dispositivos. Un 11% indica también que preferirían un trabajo más autónomo, que les diera más libertad y posibilidad de creación, frente a otro 18% que hubiese preferido que el proyecto fuese más guiado. El resto de los encuestados no ha manifestado opinión al respecto, por lo que se puede entender que la complejidad de los proyectos actuales les parece la adecuada.

Transversalidad de los proyectos

En general, el alumnado está interesado en ampliar el proyecto trabajándolo a lo largo de todo el curso incorporando más contenidos de la materia (un 11% ha indicado esta opción como aspecto a mejorar en el proyecto) e incluso trabajando de forma conjunta con otras asignaturas (un 10% ha propuesto esta posibilidad). Tal y como se ha comentado anteriormente, los participantes en las intervenciones del Colegio Claret, en las que se trabajaba de forma conjunta con el tema de máquinas simples de Tecnología y el tema de cinemática de Física y Química, indicaron, con una puntuación media de 4,8 sobre 5, que les había gustado poder relacionar el proyecto de pensamiento computacional con otras asignaturas y con una puntuación de 4,4 que les gustaría participar en más sesiones de intervención relacionadas con otras materias como la que habían hecho.

Discusión y conclusiones

A lo largo de este artículo se han analizado los resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los/as participantes en diferentes proyectos de desarrollo del pensamiento computacional que utilizan la robótica educativa y la programación como herramientas para su perfeccionamiento.

A tenor de los resultados obtenidos, podemos confirmar que la inclusión los proyectos de desarrollo de pensamiento computacional en las programaciones didácticas de las asignaturas aumenta la motivación y el interés de los/as estudiantes por los contenidos trabajados y por la propia materia de Tecnología. Tal y como indicaba ya Sánchez (2019) en el estudio realizado, la utilización de herramientas como la robótica y la programación aumenta la motivación del alumnado al utilizar metodologías activas que les interesan y que les hacen partícipes de su propio aprendizaje al modificar el estudio de contenidos teóricos por una enseñanza más práctica con la que son capaces de experimentar y manipular obteniendo resultados casi inmediatos.

Como se ha visto a lo largo del estudio, el desarrollo del pensamiento computacional es uno de los objetivos que se presentan en la nueva ley educativa (LOMLOE) y parece claro que, trabajando con robótica educativa y programación, se consigue avanzar en esta dirección. En base a los resultados analizados, su implantación en las aulas favorece efectivamente su adquisición y viene a confirmar lo que Mejía et al. avanzaban en su estudio “Robótica educativa como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional.”, publicado en 2022. El pensamiento computacional viene de la mano con 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.

La integración de la metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) en los proyectos, para trabajar de forma interdisciplinar con otras materias y contenidos de la asignatura supone una línea interesante para los proyectos de pensamiento computacional en base a las opiniones de los propios estudiantes.

Otra de las habilidades objetivo a la hora de implementar proyectos de robótica educativa y programación es la capacidad de trabajo en equipo, de comunicación y desarrollo de habilidades sociales. La adquisición de estas habilidades son imprescindibles en la sociedad actual, en la que el trabajo en equipos multidisciplinares es básico, tal y como indicaban García y Reyes en 2012. En este sentido es importante gestionar muy bien los equipos de trabajo para favorecer el aprendizaje sin aumentar la frustración de sus integrantes.

Por otra parte, para poder aprovechar al máximo las ventajas que ofrece la utilización de la robótica educativa y la programación en las aulas, es necesario planificar los proyectos de forma global, teniendo en cuenta la adecuación del tiempo necesario para llevarlos a cabo, incorporándolos en aquellas partes y/o materias que se consideren oportunas en los momentos adecuados, para evitar la sensación de trabajar contrarreloj que parece tener gran parte de los/as participantes en los proyectos presentados. Este aspecto se prevé que mejorará a medida que el pensamiento computacional se integre en el currículo.

Por todo lo anteriormente expuesto se puede concluir que el trabajar con proyectos que desarrollan el pensamiento computacional en las aulas de nuestro país es una necesidad real más que una opción de los centros educativos y, acorde con la nueva Ley Educativa, será fundamental para la formación integral de nuestros estudiantes. El éxito de su implantación dependerá de su planificación y de la implicación de los propios docentes, por lo que es de vital importancia adaptarlos a las necesidades de cada centro educativo y a las capacidades y destrezas de los propios estudiantes.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración y participación del Colegio Claret Las Palmas así como de los otros centros implicados en los proyectos presentados. Nos gustaría hacer un reconocimiento especial al profesorado de educación secundaria del Colegio Claret Las Palmas que ha facilitado en todo momento la investigación así como a los estudiantes que han participado con sus intervenciones y sus Trabajos Fin de Máster en la presente publicación.

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.

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

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>

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>

González-Gallego, S.; Santana, A.; Varea, R.; Alcalde, A.; García, O.; Pérez, H.; Rosales, C.B.; Bacallado, M.A.; López, R.; Garriga, G.; Pérez, M.L.; Padrón, J.R.; Iamo, J.; Zapatera, A.; Quevedo, E.G.

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.