

Expectativas e intereses del alumnado participante en un proyecto de centro de desarrollo de Pensamiento Computacional en el Primer Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria.

Sofía González Gallego. Colegio Claret Las Palmas (España).

Alejandro Santana Coll. Colegio Claret Las Palmas (España).

Judit Álamo Rosales. Colegio Claret Las Palmas (España).

Eduardo Quevedo Gutierrez. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España).

1. Introducción.

El panorama de la educación y las aulas en nuestro país es un constante cambio en el que la digitalización está cada vez más presente, ya sea mediante la inclusión de las TIC como herramientas de apoyo en el proceso de enseñanza o la implantación de proyectos que incluyen las TIC como parte del propio aprendizaje. Esta tendencia se percibe también en el interés de muchos centros por aplicar nuevas metodologías activas de enseñanza que incluyan el pensamiento lógico y computacional como base de sus proyectos y, en gran medida, utilizando la programación y la robótica educativa para ello. Tal y como expone El-Hamasy (2021) en su estudio de la relación entre robótica educativa e informática con la educación formal, estas herramientas son las que más fuerza parecen estar adquiriendo en el campo educativo como forma de favorecer el aprendizaje de las competencias STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). A lo largo de la sección 2 del presente artículo se desarrollan estos aspectos incidiendo también en los beneficios de la implantación de proyectos STEAM en las aulas.

La importancia del desarrollo del pensamiento computacional en nuestros/as estudiantes es tal que desde la reciente Ley de Educación, LOMLOE (Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la LOE de 2006), se está apoyando su implantación en todos los niveles educativos, desde educación infantil a bachillerato. En el caso de educación secundaria obligatoria se propone mediante la creación de nuevas asignaturas, como Tecnología y Digitalización, que será obligatoria para todo el alumnado al menos durante un curso, y a través de los propios currículos de otras ya existentes, como tecnología y matemáticas e incluso biología y geología.

Todo lo anteriormente mencionado se contrapone con la realidad que se está viendo actualmente y las acciones tomadas son, en parte, una medida adoptada para tratar de revertir la tendencia actual en la que las carreras STEAM, carreras tecnológicas como las ingenierías, informáticas y telecomunicaciones, son cada vez menos demandadas por los/las estudiantes españoles/as. Según el informe "El desafío de las vocaciones STEM" realizado por DigitalEs, Asociación Española para la Digitalización, en 2019, los/as estudiantes españoles/as muestran una clara preferencia por estudios no tecnológicos, en favor de otras carreras universitarias como ciencias de la salud, cuya demanda ha aumentado los últimos años, o ciencias sociales y jurídicas, que a pesar de haber disminuido sus matriculaciones en los últimos años, siguen muy por encima de los números registrados para carreras como ingenierías y arquitecturas.

Si analizamos la relación de la elección de carrera universitaria con el género del/la estudiante puede comprobarse que la participación de las mujeres en los estudios de ámbito tecnológico

es aún minoritaria en comparación con el número de hombres matriculados en ellas. Según lo indicado por Gómez Marcos (2019), en un estudio en que se analiza la presencia femenina en las carreras universitarias, el mayor desequilibrio entre ambos géneros se produce precisamente en este campo.

La necesidad de la formación en competencias digitales y STEAM está directamente relacionada con el propio mercado laboral, ya que la demanda de profesionales con este tipo de perfiles está en auge debido a la alta informatización en todos los sectores, desde el sector industrial al sector servicios (Choi, 2021). Es por ello por lo que la importancia del refuerzo educativo en este sentido se hace incluso más patente.

Si analizamos los resultados de los/as estudiantes españoles en los ámbitos STEAM, podemos comprobar que en España hay un importante déficit en resultados, tal y como indica el último informe PISA (2019). Este informe, realizado cada tres años a nivel mundial entre todos los países que conforman la OCDE (Organización para la Cooperación para el Desarrollo Económico), analiza las competencias y conocimientos del estudiantado a través de unas pruebas concretas en varias ramas del conocimiento, como son las matemáticas, las ciencias y la lectura. Tal y como se ha mencionado, en el último informe realizado por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa, del Ministerio de Educación y Formación Profesional, España ofrece unos resultados por debajo de la media en ciencias, obteniendo su peor puntuación histórica.

Todo lo anteriormente citado pone de manifiesto la necesidad de focalizar esfuerzos en mejorar las competencias STEAM del alumnado de nuestro país, con el doble objetivo de favorecer los estudios universitarios o no universitarios en ramas tecnológicas a la par que mejorar las capacidades lógico matemáticas.

No es de extrañar, por tanto, que en los propios centros educativos se estén implantando proyectos que pretendan trabajar el pensamiento computacional desde varios ámbitos y el presente estudio se propone como una investigación previa a la implantación de uno de estos proyectos en un centro educativo de Las Palmas de Gran Canaria.

El objetivo del proyecto es favorecer el desarrollo del pensamiento computacional en todas las etapas de la educación, desde educación infantil hasta educación secundaria obligatoria, apoyándose especialmente en los campos de la programación y la robótica educativa.

Como parte de este proyecto se propone el estudio del efecto que puede provocar la implantación de este tipo de proyectos en el alumnado, y más concretamente en el alumnado de educación secundaria obligatoria. Este estudio va más allá de la mera observación de los resultados académicos y pretende establecer relaciones, en caso de haberlas, entre los intereses de los/las estudiantes, su vocación futura y la adquisición de conocimientos de robótica y programación durante sus estudios con el objetivo de favorecer las vocaciones STEAM. Los resultados obtenidos se exponen en la sección 4 del presente artículo.

2. La robótica educativa y el pensamiento computacional en la educación española actual.

2.1. Marco general.

La aparición de la robótica educativa en la educación comenzó sobre el año 2000 gracias a la colaboración entre el Instituto Tecnológico de Massachussets y la compañía Lego. De este proyecto conjunto nacieron los primeros robots educativos, fabricados por Lego, programables en lenguaje Logo, un lenguaje específicamente diseñado para ser utilizado en

educación con codificación más intuitiva que permitía que fuera utilizado por los/as estudiantes. A partir de ese momento el mercado se ha ido ampliando de forma notable y ya son muchas las empresas que comercializan diferentes robots con fines educativos y con diversos lenguajes de programación, aunque la gran mayoría de ellos se basan en la programación por bloques, que introduce grandes ventajas a la hora de ser utilizado por los más pequeños ya que es visual y muy intuitiva.

La introducción de la electrónica en las aulas para niveles superiores es actualmente una tendencia en auge ya que reduce el elevado coste que puede suponer la adquisición de robots comerciales por parte de los centros educativos (Martí et al., 2020). Esto supone introducir elementos electrónicos (como placas controladoras y diversos sensores) para poder crear robots propios que cumplan los requisitos que los diferentes proyectos educativos requieren.

El impacto del desarrollo del pensamiento computacional en educación es tal que gran parte del continente europeo dispone ya de planes específicos para trabajar esta línea educativa (Bocconi et al., 2016). En España se comienza a caminar en esta misma dirección con la llegada de la LOMLOE, pero antes de esto, y según un estudio elaborado por Cabrera en 2015, ya son varias las Comunidades Autónomas de nuestro país que cuentan con asignaturas de libre configuración de Robótica y Programación en sus etapas de Educación Primaria y Secundaria. La aparición de la competencia digital como obligatoria en la educación española en diversas asignaturas pone de manifiesto la necesidad de incluir este aprendizaje en las aulas (Ley Orgánica 8/2013; INTEF, 2017).

La adaptación de los proyectos de pensamiento computacional y robótica educativa a los currículos educativos de las diferentes materias es uno de los retos a los que han de enfrentarse los centros a la hora de implementar estos proyectos en sus aulas. Una de las ventajas más notables de la utilización de los recursos mencionados es la posible interdisciplinariedad entre materias y cursos que pueden integrarse bajo un mismo proyecto, pero la cohesión de los mismo con los currículos reglados no es siempre sencilla. A pesar de ello han aparecido estudios de caso de múltiples proyectos en diversas materias, como puede ser la Tecnología (Gonzalez-Gallego et al., 2021) (Barak, 2018), las Ciencias Naturales (Aliaga et al., 2018), las Matemáticas (Quevedo-Gutiérrez, 2019), la Literatura (Giuseppe et al., 2012) y las Lenguas Extranjeras (Ziouzios et al., 2021).

2.2. El pensamiento computacional como proyecto educativo.

La importancia de la aplicación del pensamiento computacional en las aulas está ampliamente demostrada por diversos y variados estudios, tanto teóricos como estudios de caso. Entre los aspectos positivos de la utilización de proyectos de robótica educativa y programación, englobados en el desarrollo del pensamiento computacional, pueden citarse los siguientes:

- Favorecen el aprendizaje perdurable y el interés hacia las materias que estudian pudiendo incidir positivamente en la elección de estudios superiores de carreras tecnológicas (Fagin y Merke, 2003),
- Potencian la adquisición de habilidades transversales como el pensamiento lógico y analítico, a la par que habilidades sociales como el trabajo en equipo y la creatividad del alumnado (Cabrera, 2015).
- Favorecen la obtención de un ambiente constructivista educativo, impulsado por la implicación del propio alumnado (Merino-Armero et al., 2017)
- Desarrollan competencias sociales aprovechando el trabajo cooperativo mediante la utilización de metodologías activas (Morales, 2017; Fernández, 2006)

- Preparan al alumnado para el mercado laboral actual, en el que el trabajo en equipos multidisciplinares es básico (García y Reyes, 2012)
- Permiten el aprendizaje interdisciplinar para fomentar el aprendizaje perdurable y la interconexión de conceptos (Rogers y Portsmore, 2004)
- Aumentan la motivación del alumnado haciéndole partícipe de su propio aprendizaje (Sánchez-Sánchez, 2019)

Como puede comprobarse, la implantación de proyectos de robótica educativa y programación en las aulas constituye un recurso muy importante a la hora de desarrollar el pensamiento computacional del alumnado e incide de forma positiva en la calidad de su educación.

2.3. Proyecto de innovación educativa en el centro.

El estudio que se expone forma parte de un proyecto de centro de innovación educativa implementado por el Colegio Claret Las Palmas en colaboración con la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria mediante un contrato para la realización de un asesoramiento entre el centro educativo y la universidad y la gestionado por la Fundación Universitaria de Las Palmas de Gran Canaria. Este proyecto, denominado Proyecto de Pensamiento Computacional, se inició en el curso 2018-19 en las distintas etapas educativas con un primer acercamiento de diseño y planificación. Comenzó como parte del proyecto de Innovación Educativa 2020-56 denominado Robot EDULPGC, que incluye diversas iniciativas y ha continuado con su implementación al finalizar aquel.

En sus inicios, los objetivos del plan diseñado por el Equipo de Innovación Pedagógica y el Equipo TIC se basaban en la incorporación de proyectos que facilitarían el desarrollo del pensamiento computacional utilizando tecnologías emergentes como complementación de la enseñanza formal. Una vez logrados estos objetivos se ha comenzado un proyecto de mayor envergadura que trata de integrar la robótica educativa y la programación dentro del propio currículo en todas las etapas educativas obligatorias, desde educación infantil a educación secundaria obligatoria.

Desde ese momento el proyecto ha ido implantándose en diversas fases. La primera se centraba en los cursos de 1º y 2º de primaria. La experiencia inicial planificada tuvo que ser modificada en un formato de docencia online para adaptarse a la situación provocada por la pandemia que obligó a cerrar los centros educativos ese año.

El siguiente año escolar el proyecto pudo implantarse de forma presencial, aunque teniendo en cuenta las restricciones que aún seguían activas, en los cursos de 1º a 4º de primaria. Los objetivos actuales para el presente curso académico incluyen ya la integración del proyecto en todas las etapas educativas planteadas.

Las tecnologías planteadas para cada nivel educativo son, obviamente, distintas debido al alumnado al que va dirigido. Las líneas de actuación para cada nivel establecidas para el curso 2021-22 son las siguientes:

- Educación infantil: El primer contacto con la robótica educativa se hace mediante el robot KUBO y utiliza una programación física a través de pulsadores en el propio robot y aplicación móvil. Actualmente se encuentra en el centro como actividad extraescolar, pero se plantea como curricular para cursos futuros.
- 1º y 2º de primaria: Utilizan el robot Edelvives Next 2.0. que tiene un funcionamiento similar al anterior y permite reforzar contenidos curriculares a través de los juegos con tapetes.

- 3º a 6º de primaria: Se introduce el kit LEGO WeDo 2.0. Este tipo de robot es mucho más flexible que los anteriores ya que permite montajes propios con diversos elementos electrónicos, como el controlador, los motores y algunos sensores, pero todo siguiendo el sistema de montaje de Lego. Se comienza con la programación por bloques utilizando Scratch 3.0. y se trabajan contenidos curriculares a través de pequeños proyectos creados por los tutores con asesoramiento.
- Primer ciclo de secundaria (1º y 2º de la ESO): Se comienza a trabajar con componentes electrónicos utilizando placas Arduino Uno en conjunción con diversos sensores con el objetivo de crear robots a partir de proyectos propios, con funcionalidades claras y utilidades reales. Se continúa con la programación por bloques tipo Scratch, pero adaptada a los dispositivos disponibles en el centro (software Snap4Arduino).
- Segundo ciclo de secundaria (3º y 4º de la ESO): Trabajan con el mismo conjunto de componentes físicos ampliando la cantidad de sensores y funcionalidades y comienzan a programar con código.

3. Metodología.

3.1. Instrumento.

Siguiendo la línea del proyecto de centro descrito y el marco general en el que nos encontramos, teniendo también en cuenta las ventajas que pueden aportar la robótica educativa y la programación en el desarrollo del pensamiento computacional, se ha planteado una primera encuesta anónima al alumnado de los cursos de 1º y 2º de la ESO, ya que se trata de estudiantes que no ha tenido anteriormente contacto con el proyecto de pensamiento computacional.

El objetivo de esta encuesta al alumnado es identificar sus tendencias e intereses de forma previa a tener contacto con el proyecto de pensamiento computacional impulsado por el centro educativo, con la intención de analizar posibles cambios en los mismos tras su implantación. De igual modo nos sirve para estudiar a nuestro alumnado y conocer si han tenido experiencia previa con la programación o la robótica educativa, así como evaluar las expectativas que tienen respecto a su futuro. Se ha estudiado también la posible relación entre intereses de formación reglada futura, como la elección de asignaturas optativas en los próximos años, y el contacto previo con alguna actividad relacionada con la programación y la robótica a través de actividades extraescolares, cursillos u otra formación no formal al respecto. Se ha incidido también en la diferenciación por género, para verificar si éste es un factor significativo en los resultados.

3.2. Participantes.

La encuesta ha sido realizada en los niveles de 1º y 2º de la ESO. La muestra final cuenta con 283 estudiantes, de los cuales 135 son chicas (47,7%) y 148 son chicos (52,3%). Sus edades están comprendidas entre los 11 y los 14 años, aunque mayoritariamente tienen entre 12 y 13 años.

3.3. Procedimiento.

El sistema elegido ha sido el de formularios de Google ("Google Forms"). La encuesta se ha realizado a mediados del presente curso escolar, 21-22, de forma previa al inicio del proyecto por parte del alumnado y su duración se ha extendido a una semana.

3.4. Diseño y análisis de datos.

La metodología utilizada es una metodología mixta de investigación en la que se han utilizado preguntas de selección múltiple, interpretadas a Likert y preguntas cualitativas además de una serie de preguntas para facilitar la categorización de los datos.

- Análisis cuantitativo: Se han realizado preguntas de selección múltiple, interpretadas a escala Likert, con el objetivo de conocer la tendencia del alumnado hacia estudios futuros cercanos, en los próximos dos años. Se ha utilizado también escala Likert para valorar su interés en determinadas actividades y su grado de satisfacción con las experiencias previas realizadas en el campo de la programación y la robótica.
- Análisis cualitativo: Se han incluido preguntas abiertas con el objetivo de permitir que el alumnado exprese su propia motivación para justificar sus elecciones.

A la hora de analizar los resultados se han tenido en cuenta variables de categorización como el género del/la estudiante, el nivel educativo y las experiencias previas en programación y robótica educativa.

4. Resultados.

Nuestros/as estudiantes en general tienen interés por la tecnología y en cuanto a sus expectativas de futuro, la gran mayoría de ellos/as tienen intención de terminar sus estudios de bachillerato y continuar una carrera universitaria. Estos datos son analizados en la Figura 1: Interés en nivel de estudios futuros.

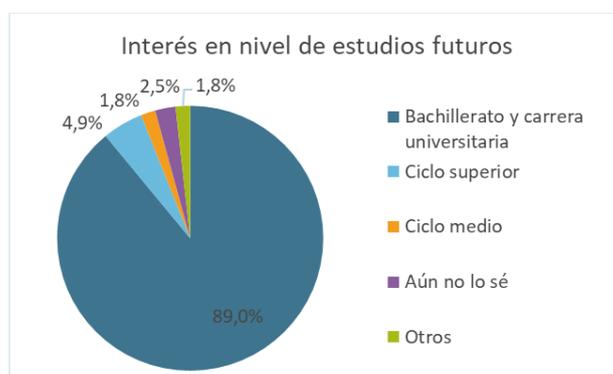


Figura 11: Interés en nivel de estudios futuros.

Cuando alcancen 3º de la ESO tendrán que elegir entre dos asignaturas optativas ofertadas por el centro, que son tecnología o música. A continuación, se analizan los datos obtenidos en función de esta elección. Como podemos comprobar en la Figura 2: Interés en asignatura optativa de 3º de la ESO, la tendencia hacia la asignatura de tecnología alcanza el 60,4% del total de encuestados, mientras que el interés por la asignatura de música es sólo del 13,4%. El resto son personas que aún no tienen decidido qué opción tomar.

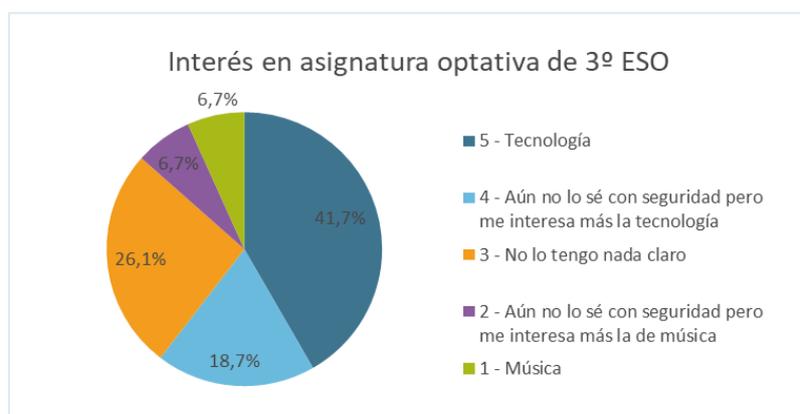


Figura 12: Interés en asignatura optativa de 3º de la ESO.

Es interesante comparar si estos datos se mantienen con independencia del género.

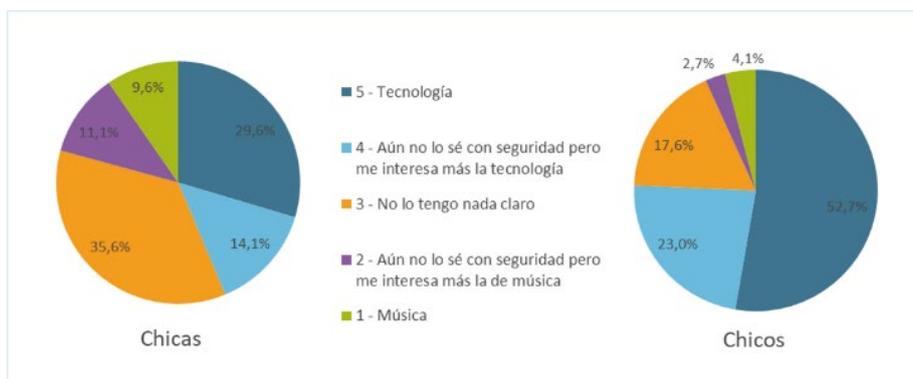


Figura 13: Comparativa por género en la elección de asignatura optativa.

Al realizar la comparativa descubrimos que la tendencia a elegir la asignatura de tecnología es mucho mayor en los chicos que en las chicas, donde hay una mayor indecisión. En la Figura 3: Comparativa por género en la elección de asignatura optativa podemos comprobar cómo el porcentaje de interés hacia la asignatura de tecnología pasa de ser un 75,5% en los chicos a un 43,7% en el caso de las chicas.

Algo similar, aunque menos marcado, ocurre si nos centramos en la rama a elegir durante el curso de 4º de la ESO, que se ha limitado únicamente a dos opciones para simplificar la elección del alumnado, ciencias o letras. En la Figura 4: Interés en la rama de estudio de 4º ESO, se puede ver gráficamente cómo las ciencias atraen a más porcentaje de chicos que de chicas.

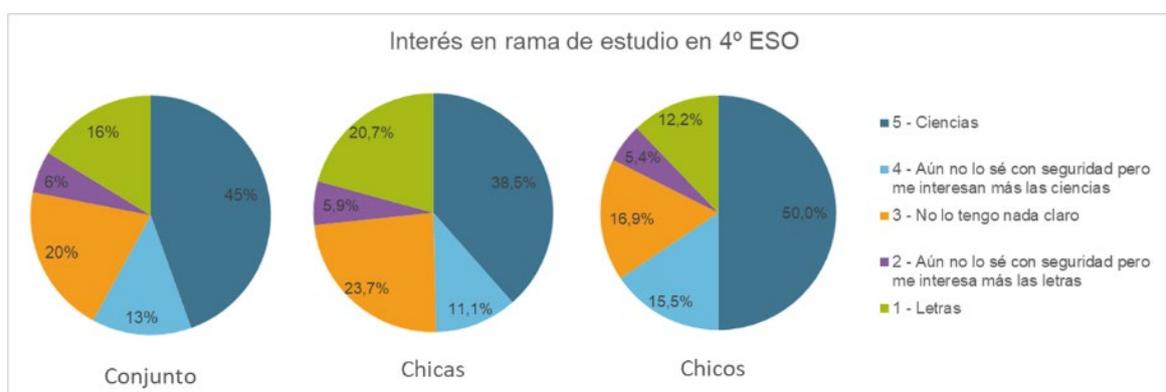


Figura 14: Interés en la rama de estudio de 4º ESO.

A pesar de no haber recibido formación reglada de robótica o programación, hay parte del alumnado que sí ha tenido contacto con estos conceptos, ya sea a través de actividades extraescolares, por interés propio o por utilizar algún juego que exigía del trabajo con estos contenidos. Hemos querido analizar si existe una relación entre el conocimiento e interés previo por estas materias y la elección de asignatura y/o rama en cursos futuros.

Del total de alumnos/as, 145 de ellos han tenido alguna vez algún contacto con la programación o la robótica, lo que supone algo más de la mitad de los encuestados. En la Figura 5: Contacto previo con RE o programación, podemos ver la relación de alumnado que ha realizado cada una de las actividades.

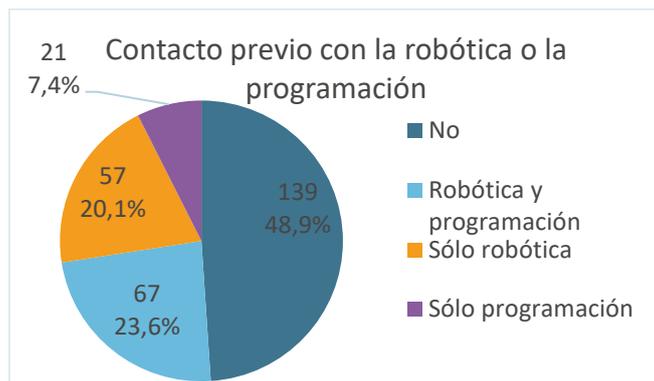


Figura 15: Contacto previo con RE o programación.

Si nos centramos en aquellos alumnos que han programado con anterioridad, ya sea con robótica o sin ella, vemos que el porcentaje de interés por la asignatura de tecnología se incrementa con respecto al total del grupo, mientras que si analizamos los datos de las personas que han trabajado en ambos campos, el porcentaje aumenta notablemente, aunque también disminuye el tamaño muestral. Este hecho queda reflejado en la Figura 6: Interés en la asignatura optativa en función de las experiencias previas.

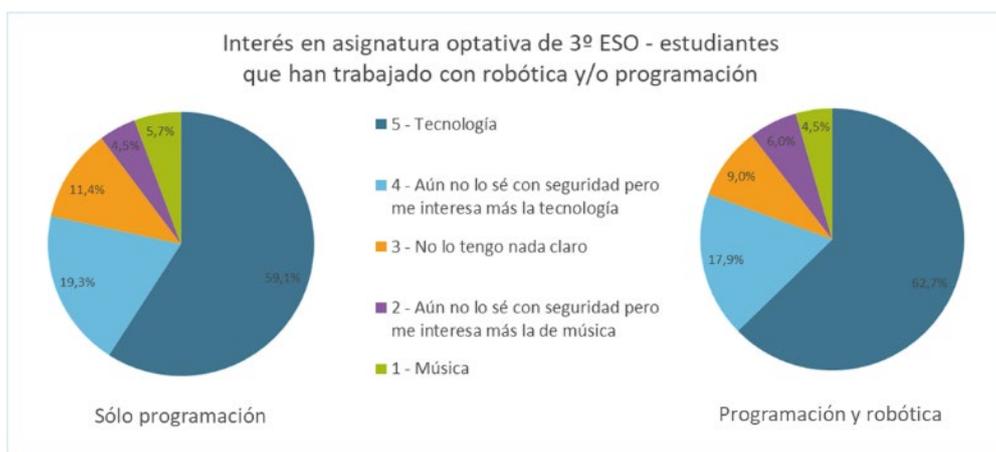


Figura 16: Interés en la asignatura optativa en función de las experiencias previas.

5. Discusión y conclusiones.

A lo largo de este artículo se ha analizado la importancia de la inclusión del pensamiento computacional en las aulas de nuestro país y se ha expuesto el proyecto elaborado por un centro educativo en Las Palmas de Gran Canaria. A partir de la encuesta realizada al alumnado del primer ciclo de educación secundaria de forma previa a la implantación del proyecto en su curso académico se han obtenido resultados acerca de sus expectativas educativas de futuro y se ha podido analizar la relación entre variables como el género y el trabajo previo en robótica y programación. Es relevante recalcar que la muestra se ha limitado a un único centro educativo en el que se está implementando el proyecto, pero sería interesante trasladarlo a otros centros para poder confirmar la validez de los resultados de forma generalizada.

Los resultados obtenidos muestran una coherencia con los estudios previos analizados. Tal y como Sánchez, T. (2019) indica en su estudio, la utilización de herramientas tecnológicas de desarrollo de pensamiento computacional, como la robótica y la programación, suponen un aumento de la motivación en el alumnado ya que se utilizan metodologías activas que interesan al alumnado. Por otra parte, sigue siendo notable la diferenciación de género en la

elección de estudios posteriores, tanto en la elección de las asignaturas optativas (Rodríguez Méndez et al., 2016) como en la elección de carreras universitarias (DigitalEs, 2019)

Tras la realización del presente estudio, podemos sacar las siguientes conclusiones:

- La gran mayoría de los/as alumnos/as encuestados muestra una clara preferencia hacia los estudios universitarios.
- En general el alumnado está interesado en la asignatura de tecnología, aunque al ser aún pequeños, una gran parte del mismo aún está indeciso.
- El porcentaje de chicos interesados en la asignatura de tecnología de 3º de la ESO es notablemente superior al de chicas, por lo que a priori podemos establecer una diferenciación de género en la elección.
- En referencia a la rama a seguir en 4º de la ESO, la opción mayoritaria son las ciencias, aunque no se ha hecho distinción entre rama tecnológica y rama sanitaria.
- El porcentaje de chicas que se deciden por la opción de ciencias es inferior al de chicos, pero la diferencia no es tan notable como en el caso anterior, presumiblemente porque no se ha hecho la diferenciación anteriormente mencionada y en ciencias se incluyen las ramas sanitarias.

Con la obtención de las conclusiones recabadas y tras la implantación del proyecto en el centro será posible analizar la relación entre los proyectos de desarrollo computacional en el ámbito educativo y la elección de estudios posteriores, con el objetivo de confirmar si la aplicación de la robótica educativa y la programación tienen un impacto positivo en el acercamiento de los y las estudiantes a los sectores STEAM del mercado laboral, que tanto los demanda.

Agradecimientos.

Agradecemos la colaboración del Colegio Claret Las Palmas por hacer posible el proyecto de innovación educativa que nos ocupa: "Proyecto de Centro de Pensamiento Computacional", así como al profesorado de educación secundaria de dicho centro que ha facilitado en todo momento la investigación. También agradecemos al Grupo de Innovación Educativa GIE-56 "Diseño e Implementación de Sistemas Integrados" de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria su colaboración y asesoramiento.

Referencias bibliográficas.

- Aliaga, I. M., Carhuarica, J., Asencios, L. V., y Piñas, L. C. (2018). Programa de robótica educativa para mejorar el aprendizaje significativo en estudiantes del cuarto grado del área de Ciencia y Ambiente de la institución educativa San Roque – Castrovirreyra, 2015. *Revista EDUCA UMCH*, 11. <https://doi.org/10.35756/educaumch.201811.70>
- Almagro Rodríguez, A. E. (2019). Análisis del uso de la robótica en un Centro de Infantil y Primaria. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 37(2), 113–134. <https://doi.org/10.14201/et2019372113134>
- Barak, M. y Assal, M. (2016). Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121–144. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9385-9>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. y Engelhardt, K. (2016) Developing computational thinking in compulsory education. Joint Research Centre,

- Cabrera Delgado, J. M. (2015). Programación informática y robótica en la enseñanza básica. *Avances En Supervisión Educativa*, (24). <https://doi.org/10.23824/ase.v0i24.17>
- Choi, A. (2021). España ante la Revolución Industrial 4.0: mercado laboral y formación. *Araucaria*, 47, 479–505. <https://doi.org/10.12795/araucaria.2021.i47.21>
- DigitalEs, Asociación Española para la Digitalización. (2019). El desafío de las vocaciones STEM. <https://www.digitales.es/wp-content/uploads/2019/09/Informe-EL-DESAFIO-DE-LAS-VOCACIONES-STEM-DIGITAL-AF-1.pdf>
- El-Hamamsy, L., Bruno, B., Chessel-Lazzarotto, F., Chevalier, M., Roy, D., Zufferey, J. D., y Mondada, F. (2021). The symbiotic relationship between educational robotics and computer science in formal education. *Education and Information Technologies*, 26(5), 5077–5107. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10494-3>
- Fagin, B., y Merkle, L. (2003). Measuring the effectiveness of robots in teaching computer science. *ACM SIGCSE Bulletin*, 35(1), 307–311. <https://doi.org/10.1145/792548.611994>
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 35-56. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/152>
- 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
- Giuseppe, A., y Martina, P. (2012). Educational Robotics Between Narration and Simulation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.126>
- Gómez Marcos, M. T., Vicente Galindo, M. P., y Martín Rodero, H. (2019). Mujeres en la universidad española: diferencias de género en el alumnado de grado. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología.*, 2(1), 443. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n1.v2.1484>
- González-Gallego, S., Quesada, R., Quevedo, E. y Marrero-Callicó, G. (2021) Creando Robots: Proyecto de centro para la adquisición de competencias mediante robótica educativa en Educación Secundaria Obligatoria. En *Innovación e investigación docente en educación: experiencias prácticas*. Dykinson S.L. ISBN 978-84-1377-593-7.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. (B.O.E. nº 295 de 10 de diciembre). *Orgánica U.S.C.* (10 de diciembre). <https://boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.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. 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>
- Martí Gil, A., Quevedo Gutiérrez, E., Hernández Castellano, P., Zapatera Llinares, A., Fabelo Gómez, H., Ortega Sarmiento, S., y Marrero Callicó, G. (2020). Proceso de aprendizaje en la fabricación integrada de una plataforma robótica educativa multidisciplinar. *Libro de Actas IN-RED 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. <https://doi.org/10.4995/inred2020.2020.11960>
- Merino-Armero, J. M., Villena-Taranilla, R., González- Calero Somoza, J. A., y Cózar-Gutiérrez, R. (2018). Análisis del efecto de la robótica en la motivación de estudiantes de tercero de Educación Primaria durante la resolución de tareas de interpretación de planos. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 2(3), 163–173.

- https://doi.org/10.21703/rexe.especial3_201816317314Morales, P (2017). La robótica educativa: una oportunidad para la cooperación en las aulas. En Ruiz, J., Sánchez, J. y Sánchez, E. (Edit.). *Innovación docente y uso de las TIC en educación*. Málaga: UMA Editorial. ISBN 9788497479707
- Quevedo-Gutiérrez, E. (2019). Robot position in the cartesian coordinate system: A didactic proposal. En Galstyan-Sargsyan, R., Belda Torrijos, M. López-Jiménez, A, Pérez-Sánchez, M. (Ed.), *Playing and learning using robotics among university students*. New York: Novinka. ISBN: 978-1-53616-270-7 <http://hdl.handle.net/10553/105879>
- Rodríguez Méndez, M. D. C., Peña Calvo, J. V., y García Pérez, O. (2016). Estudio cualitativo de las diferencias de género en la elección de opciones académicas en los estudiantes del bachillerato científico-técnico. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 28(1), 189–207. <https://doi.org/10.14201/teoredu2016281189207>
- Rogers, C., y Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5(3, 4), 17–28. En 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). <https://doi.org/10.15765/pnrm.v13i25.1132>
- 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>
- Ziouzios, D., Chatzisavvas, A., Chaschatzi, A., Baras, N., Bratitsis, T., y Dasygenis, M. (2021). Utilizing Robotics for Learning English as a Foreign Language. *SHS Web of Conferences*, 102, 01013. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110201013>