

Percepciones de los futuros docentes sobre la integración de la robótica creativa en Educación Primaria

Perceptions of future teachers on the inclusion of creative robotics in Primary Education

  **Dra. Pilar Manuela Soto-Solier**

Profesora Contratada Doctora. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada, España

  **Dña. Verónica Villena-Soto**

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada, España

  **Dr. David Molina-Muñoz**

Profesor Contratado Doctor. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada, España

Recibido: 2022/10/14; **Revisado:** 2022/11/01; **Aceptado:** 2023/04/02; **Preprint:** 2023/04/17; **Publicado:** 2023/05/01

RESUMEN

En una sociedad cambiante y compleja como la actual, el desarrollo del pensamiento creativo resulta fundamental para la resolución de problemas y la toma de decisiones. Por ello, las metodologías STEAM están cada vez más presentes en las aulas con el propósito de fomentar la creatividad de los estudiantes a través, entre otras herramientas, de la robótica creativa. En este contexto, esta investigación tiene por objeto conocer las percepciones de maestros de Educación Primaria en formación sobre la inclusión de la robótica educativa en esta etapa educativa, sus pros y sus contras. El estudio, de carácter descriptivo-inferencial, usa una muestra de conveniencia de 121 estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada. Para la recogida de los datos se utilizó una versión adaptada de un cuestionario previamente validado. Los resultados de la muestra en su conjunto reflejan valoraciones favorables con respecto a la introducción de la robótica educativa en la etapa de Educación Primaria. Por género, destaca la valoración más positiva de las chicas con respecto a la de los chicos atendiendo a los beneficios de la introducción de la robótica en el currículo. Nuestros resultados coinciden con los de la mayoría de estudios previos acerca del tema.

ABSTRACT

In today's changing and complex society, the development of creative thinking is essential for problem solving and decision making. For this reason, STEAM methodologies are increasingly present in the classroom with the aim of fostering students' creativity through, among other tools, creative robotics. In this context, this research aims to find out the perceptions of Primary School teachers in training about the inclusion of educational robotics in this educational stage, its pros and cons. The study, of a descriptive-inferential nature, uses a convenience sample of 121 students of the Degree in Primary Education at the University of Granada. An adapted version of a previously validated questionnaire was used to collect the data. The results of the sample as a whole show favourable evaluations with respect to the introduction of educational robotics in the Primary Education stage. By gender, the more positive assessment of girls compared to boys stands out in terms of the benefits of the introduction of robotics in the curriculum. Our results coincide with those of most previous studies on the subject.

PALABRAS CLAVES - KEYWORDS

enseñanza primaria; formación de maestros de primaria; percepciones; robótica; STEAM.
primary education; primary school teacher training; perceptions; robotics; STEAM.

1. Introducción

Las orientaciones del Parlamento Europeo y del Consejo, recogidas en la Agenda Estratégica de Innovación del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología para 2021/2027, sugieren una formación en competencias clave por parte de los ciudadanos para poder alcanzar el desarrollo personal, profesional y social que demanda el mundo globalizado, un desarrollo holístico vinculado al conocimiento. La complejidad de los problemas de la sociedad actual requiere que esta formación contemple no solo contenidos conceptuales o procedimentales, sino también otras habilidades como la creatividad (Beghetto y Kaufman, 2013). Hoy en día, la creatividad desempeña un papel fundamental desde un doble punto de vista: por un lado, a nivel individual, como refuerzo de la habilidad de cada persona para adaptarse a situaciones nuevas y, por otro, a nivel colectivo, como un mecanismo básico para el desarrollo social, científico y tecnológico (Elgrably y Leikin, 2021).

La irrupción de la creatividad entre las necesidades formativas del alumnado ha provocado cambios importantes dentro del panorama educativo. Uno de ellos hace referencia a la inclusión en las metodologías STEM (siglas de Science, Technology, Engineering y Mathematics), inicialmente centradas en la enseñanza interdisciplinar de materias de carácter científico y tecnológico, de aspectos relacionados con los ámbitos artístico y humanístico. En efecto, en el mundo actual, las prácticas de enseñanza de las disciplinas científicas y tecnológicas no pueden separarse del pensamiento creativo, el diseño, la comunicación y las habilidades artísticas. Esto ha propiciado la incorporación de la "A" de Arte, a las metodologías STEM, dando lugar a las metodologías STEAM (Yakman y Lee, 2012). Las metodologías STEAM constituyen un enfoque de enseñanza-aprendizaje que mantiene el carácter interdisciplinar de STEM, pero incluyendo la disciplina artística y la creatividad (Clapp y Jiménez, 2016; Conradt y Bogner, 2020; Guyotte et al., 2015; Runco y Acar, 2012; Zawieska y Duffy, 2015) con el objeto de dar respuesta a problemas reales a través de un método constructorista que involucra "aprender haciendo" (Papert, 1980; Zamorano-Escalona et al, 2018).

Dado que la creatividad (Runco y Acar, 2012) está implícita en las artes y la tecnología (Kaufman et al. 2009), la educación STEAM es crucial para promover la innovación y el cambio adaptativo. Es significativa para el desarrollo, no solo educativo, sino también económico y sostenible de la sociedad. Taylor et al. (2017) resaltan la importancia de implementar metodologías STEAM en el aula desde edades tempranas ya que estas proporcionan herramientas conceptuales, procedimentales y actitudinales al alumnado que les permiten proporcionar respuestas interdisciplinares adecuadas a problemas de la vida real (Domènech-Casal, 2018; Martín Páez et al., 2019).

De todas las estrategias para la implementación de las metodologías STEAM, aquellas que incorporan la robótica educativa han mostrado importantes beneficios en diversos aspectos relacionados con el aprendizaje de estudiantes en diversas áreas como la de matemáticas, física e ingeniería (Benitti, 2012), pero también en áreas de humanidades, arte y ciencias sociales (Casado Fernández, et al., 2020; Leoste et al., 2021).

En efecto, la aplicación de la robótica en el aula se traduce en mejoras significativas en habilidades como la resolución de problemas, las destrezas sociales, el razonamiento y el pensamiento crítico (Benitti, 2012; Ganesh et al., 2010; Menekse et al., 2017), las destrezas gráficas (Mitnik et al., 2009) y la comprensión de conceptos abstractos (Williams et al., 2011). De igual modo, se ha probado el notable impacto que tiene la robótica en el desarrollo

personal del alumnado así como en el fomento de sus habilidades de investigación y de su pensamiento creativo (Badeleh, 2019; Baek, 2016; Burhans y Dantu, 2017; Thuneberg et al., 2018; Wannapiroon y Petsangsri, 2020). La promoción de la creatividad se aborda, por ejemplo, a través de la programación y de la construcción y manipulación de software y hardware (Badeleh, 2019; Baek, 2016; Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Cabello-Ochoa y Carrera-Farrán, 2017; Kahn et al., 2016; Zawieska y Duffy, 2015), estimulando la capacidad de los estudiantes para aprender a través de experiencias de su entorno y transferir el conocimiento dando respuestas a los problemas de forma novedosa. Las investigaciones demuestran la efectividad de estas experiencias cotidianas para promover el desarrollo de la creatividad y de la innovación (Nemiro et al., 2017). Queda demostrado, por tanto, que los procesos de enseñanza-aprendizaje basados en robótica mejoran la creatividad de forma eficaz, así como todos los componentes de esta: originalidad, elaboración, flexibilidad y fluidez.

La literatura consultada muestra, principalmente, indagaciones acerca del efecto de la robótica en entornos escolares de Educación Primaria y Secundaria (hasta el nivel K12) (Bers y Urrea, 2000; Dias et al., 2005; Resnick, 1993), en escuelas técnicas y vocacionales (Alimisis et al., 2005) así como en programas extraescolares (Barker y Ansorge, 2007; Rusk et al., 2008). Atendiendo al nivel educativo, encontramos investigaciones que exploran el impacto de la utilización de los *kit* de robótica en el desarrollo de las habilidades y actitudes del alumnado desde Educación Infantil a Primaria, para lo que proponen la aplicación de un marco tecnológico, social y cultural (Jung y Won, 2018). Otras se centran en aspectos concretos de la robótica, como la programación creativa y el pensamiento computacional en Educación Primaria (Bers et al., 2019; González-González, 2019; Maya et al., 2015; Moreno et al., 2019; Sáez-López et al., 2021; Vivas-Fernández y Sáez-López, 2019), destacando los resultados positivos y la mejora de las habilidades digitales y tecnológicas en los estudiantes que utilizan la robótica educativa durante la etapa de Primaria y Secundaria (Lin et al., 2005; Relkin et al., 2020; Xia y Zhong, 2018).

A pesar de sus beneficios, la implementación de la robótica creativa, en particular, y de las metodologías STEAM, en general, en el aula plantea una serie de retos que provocan ciertas reticencias entre los docentes a la hora de su aplicación. Esto se debe, posiblemente, al desconocimiento del significado de las metodologías STEAM y su potencial pedagógico atendiendo a la diversidad de lenguajes, conceptos o expresiones personales y de significado (Chen y Huang, 2020; Herro y Quigley, 2017; Yakman, 2008). En efecto, la implementación de las metodologías STEAM supone una serie de cambios con respecto a las metodologías tradicionales, los cuales afectan de forma directa al transcurso diario de la docencia en las aulas. Los docentes, como principales obradores de estos cambios, tienen un papel fundamental en esta nueva realidad educativa, lo que pone de manifiesto la necesidad de una formación docente actualizada que en este momento se encuentra en proceso de concreción, tanto de contenido como de estrategias y recursos, para ser implementada en el aula (Grover y Pea, 2013).

En este nuevo panorama educativo, también se incluye, dentro de las competencias que debe de adquirir el alumnado, el desarrollo de actitudes que fomenten la igualdad de género y las conductas no sexistas, incidiendo en las profesiones relacionadas con la ciencia y la tecnología desde una perspectiva de género. Este aspecto es especialmente relevante en las áreas que abarcan las metodologías STEAM, en donde la presencia y la participación femenina son muy bajas en comparación con la de los hombres (Astegiano et

al., 2019; Chiu, et al., 2018; García-Holgado et al., 2019; García-Holgado et al., 2020). Son significativos los datos que muestran las investigaciones de Cimpian et al. (2020), los cuales indican que, a partir de los seis años, las niñas se sienten en inferioridad de capacidades para resolver problemas basados en metodologías STEAM en relación con los niños. Otros datos que nos hacen reflexionar sobre la brecha de género en vocaciones científicas y tecnológicas son los que recogen informes como *Descifrar el código* (UNESCO, 2019), *The ABC of Gender Equality in Education* (OCDE, 2015) o *Igualdad en cifras 2020* del Ministerio de Educación y Formación Profesional. De ahí que la Comisión Europea considere una prioridad la inclusión, la equidad y el desarrollo de vocaciones en el ámbito de las STEAM. Un desafío que es planteado en el nuevo marco estratégico para la cooperación europea, en el ámbito de la educación y formación en el Espacio Europeo de Educación 2021-2030 y también en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) recogidos en la Agenda 2030. Se incide en que la educación y la formación inclusiva también implica desarrollar la sensibilidad de género en los procesos de aprendizaje y en las instituciones educativas así como cuestionar y disolver los estereotipos de género, sobre todo aquellos que limitan la elección de los niños en relación con su ámbito de estudio. Entre los proyectos dirigidos a afrontar este reto, encontramos *El Plan de Acción de Educación Digital 2021-2027* y *El Plan España Digital 2025* cuyos objetivos principales son adaptar la educación a la era digital y promover la participación de las mujeres en los estudios STEAM e implicar al sistema educativo para activar el desarrollo de vocaciones científicas y tecnológicas sin abandonar las artes. A nivel estatal, el Ministerio de Educación, Formación y Empleo crea *La Alianza STEAM por el talento femenino* como estrategia para reducir la brecha entre alumnas y alumnos así como *Niñas en pie de Ciencia* en el que se obtienen los datos más recientes sobre este problema, recogidos en el estudio *Radiografía de la brecha de género en la formación STEAM* (2022) realizado por el Ministerio de Educación sobre la trayectoria educativa de las niñas y de las mujeres en España.

El presente estudio tiene por objetivo identificar las opiniones de futuros maestros de Educación Primaria sobre la inclusión de la robótica creativa en las aulas de Primaria, incidiendo en las percepciones que tienen acerca de las potencialidades y limitaciones de carácter pedagógico que conlleva la incorporación de esta disciplina en dicha etapa educativa. En concreto, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es la opinión de los futuros maestros acerca de la inclusión de la robótica creativa en el currículo de Educación Primaria?
2. ¿Qué tipo de vocaciones futuras consideras los futuros maestros que podría despertar la robótica creativa?
3. ¿Qué fortalezas y limitaciones acerca de la inclusión de la robótica creativa en el aula perciben los futuros maestros?
4. ¿Hay diferencias en función del género en las opiniones de los maestros sobre la inclusión de la robótica creativa en el aula?

2. Metodología

Los participantes en el estudio son 121 estudiantes, 74 mujeres (61,16%) y 47 hombres (38,84%), del primer curso del grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada,

seleccionados mediante un muestreo de voluntarios. La mayoría de ellos (80,43%) han accedido a la titulación tras cursar el Bachillerato. Los ámbitos académicos en los que los estudiantes consideran que han destacado a lo largo de su trayectoria académica previa son el de la educación física (28,92%), el de la educación en valores (21,48%), el lingüístico (17,35%), el artístico (14,87%), el matemático (14,04%) y, en menor grado, el de conocimiento del medio social, el de conocimiento del medio natural y el tecnológico.

Como instrumento de recogida de datos se ha utilizado una adaptación del cuestionario diseñado por Cabello-Ochoa y Carrera-Farrán (2017). Este cuestionario fue creado con la finalidad recoger las actitudes y creencias de docentes en ejercicio de Educación Primaria y de Educación Infantil sobre la implantación de la robótica creativa en el aula. Dado que nuestro estudio se dirige a maestros aún en la etapa de formación universitaria, fue necesaria la modificación de algunos ítems del cuestionario original. Los cambios más sustanciales se produjeron en las preguntas de carácter sociodemográfico, en donde los ítems que indagaban en el bagaje profesional de los maestros en ejercicio en el cuestionario original fueron modificados en el cuestionario adaptado para recoger información sobre la trayectoria académica y formativa de los estudiantes. Del mismo modo, se suprimieron los ítems que recogían el tiempo de experiencia en la enseñanza y el nivel educativo en el que los docentes en ejercicio desarrollaban la mayoría de su actividad profesional, por carecer de sentido en el caso de maestros aún en formación.

El cuestionario adaptado resultante comienza con 5 preguntas de carácter sociodemográfico a las que siguen 20 preguntas a través de las cuales se recogen sus opiniones acerca de la incorporación de esta materia a la enseñanza obligatoria. Respetando el diseño del cuestionario original propuesto por los autores, se utilizó una escala de Likert con 4 posibles opciones (nada de acuerdo, poco de acuerdo, bastante de acuerdo, totalmente de acuerdo) para la recogida de las opiniones de los encuestados, aunque el cuestionario también incluye algunas preguntas de opción múltiple y respuesta única y una pregunta de respuesta abierta.

El cálculo de la fiabilidad y la consistencia interna del cuestionario para el único constructo latente "Percepciones de los estudiantes sobre la inclusión de la robótica creativa educativa en Educación Primaria" se llevó a cabo utilizando el coeficiente alfa de Cronbach. A continuación, los datos recogidos fueron analizados, principalmente, mediante técnicas descriptivas. Tras el análisis de los datos del conjunto de toda la muestra, se estudiaron por separado las respuestas según el género de los encuestados. Para comprobar si las diferencias entre las respuestas dadas por chicos y chicas diferían de manera relevante se aplicaron contrastes de diferencias de proporciones, considerándose significativas aquellas diferencias en las que el contraste asociado reflejara un p-valor inferior a 0,05.

3. Análisis y resultados

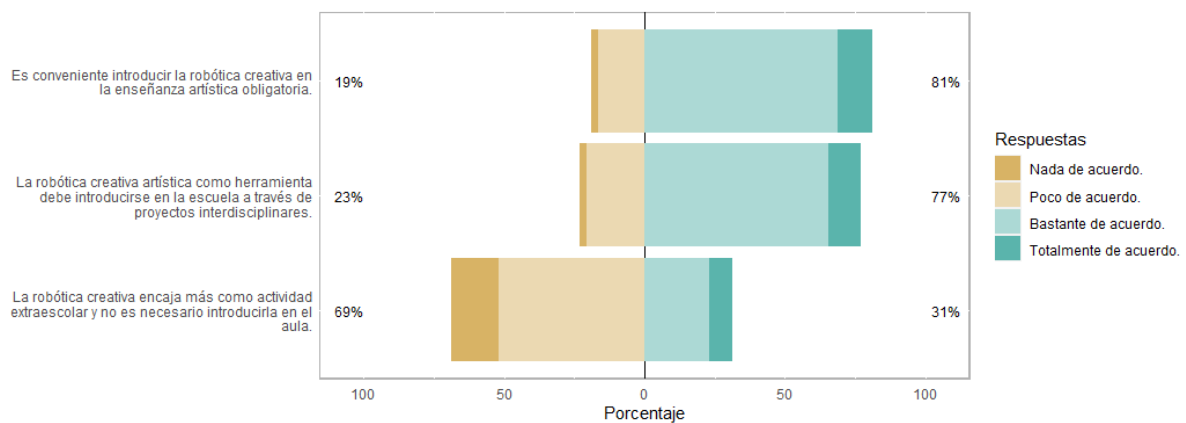
El coeficiente alfa de Cronbach arrojó un valor de 0,79, el cual, según George y Mallery (2003), indica un nivel aceptable de fiabilidad del cuestionario, muy próximo a un nivel bueno.

De forma global, y tal y como refleja la Figura 1, la mayoría de los estudiantes encuestados muestran una opinión favorable con respecto a la introducción de la robótica

creativa como parte de la educación artística en la enseñanza obligatoria. Es más, cerca de un 70% de los participantes considera que los contenidos de robótica no deberían tener carácter extraescolar, sino que tendrían que impartirse en el aula como parte del currículo oficial. Por otro lado, más de tres cuartas partes de los estudiantes consideran conveniente que la enseñanza de estos contenidos se aborde desde una perspectiva interdisciplinar.

Figura 1

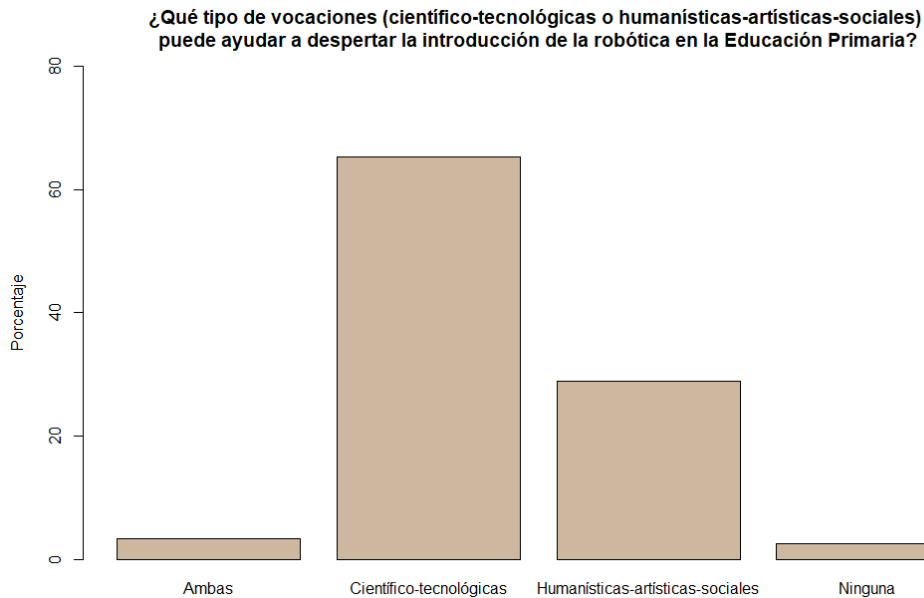
Opiniones de los alumnos encuestados con respecto a la introducción de la robótica creativa en la educación obligatoria



Debido, quizás, a este carácter multidisciplinar, los encuestados tienen opiniones diversas acerca de la tipología de las vocaciones que la robótica podría suscitar en los estudiantes de Educación Primaria, como puede verse en la Figura 2. Para más del 65% de los participantes estas vocaciones estarían relacionadas con el ámbito científico-tecnológico mientras que algo menos del 30% cree que serían de tipo humanístico-artístico-social. Solo el 3,3% de los estudiantes consideran que podrían despertarse ambas, de forma indistinta.

Figura 2

Opiniones de los alumnos encuestados con respecto al tipo de vocaciones que la robótica podría despertar en el alumnado.



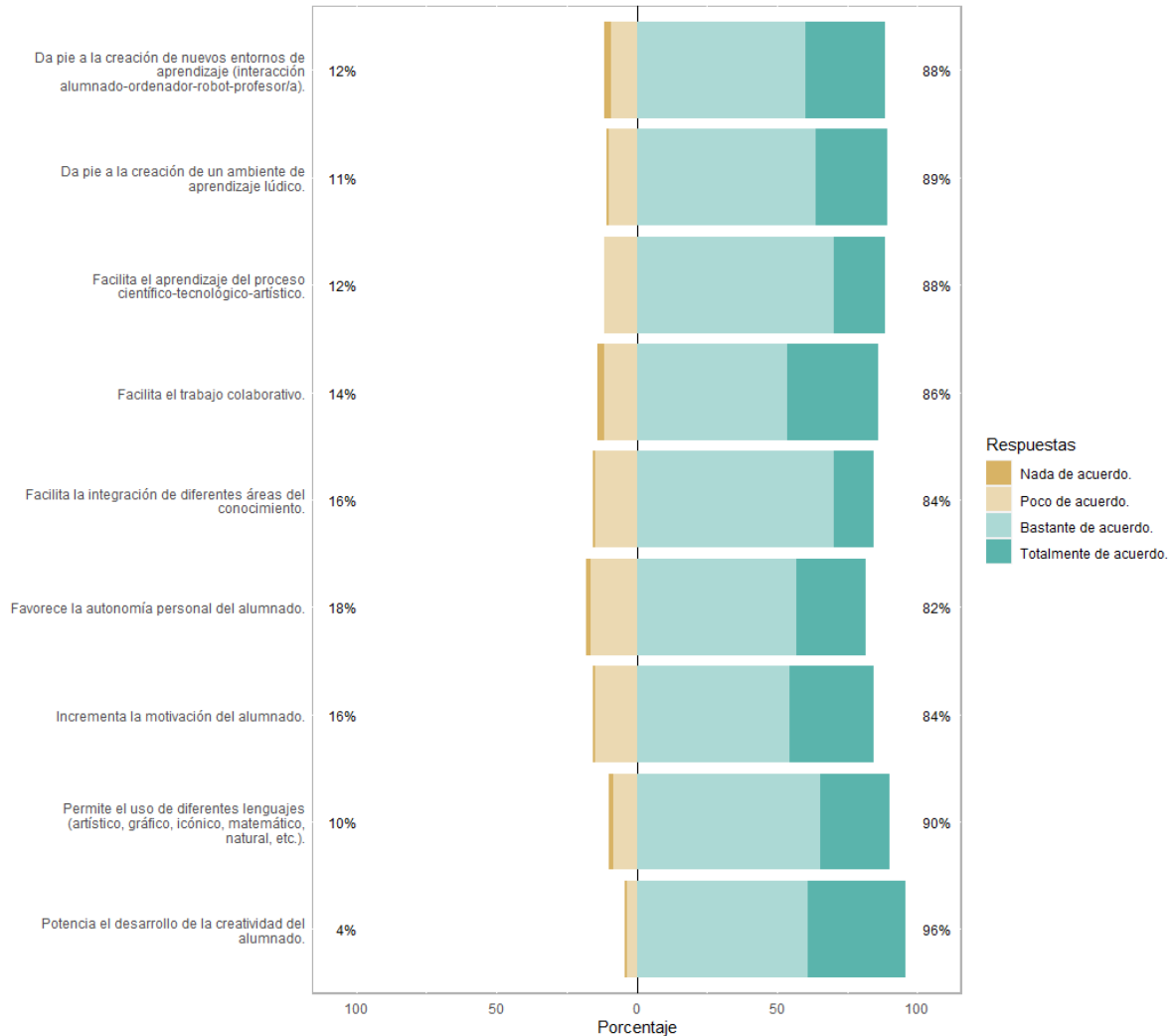
De acuerdo a los resultados que se muestran en la Figura 3, el grueso de los estudiantes encuestados considera que la introducción de la robótica creativa en las aulas de Educación Primaria se traduciría en importantes beneficios para los escolares, tales como el incremento de su motivación, de su autonomía personal y, sobre todo, de su creatividad.

Los participantes también manifestaron opiniones positivas al ser preguntados por ciertos aspectos metodológicos que se podrían derivar de la implantación de la robótica. En concreto, casi un 90% de los estudiantes considera que la robótica facilita una aproximación lúdica a su enseñanza-aprendizaje y un 86% de ellos opina que propicia un entorno adecuado para el trabajo colaborativo.

También es reseñable la percepción que tiene la mayoría de los estudiantes encuestados de la robótica como una materia en la que confluyen diferentes áreas de conocimiento. Esta imagen integradora de la robótica como punto de encuentro de varias disciplinas también queda patente en las opiniones de los futuros maestros ante la afirmación “La robótica permite el uso de diferentes lenguajes”, que son positivas en el 90% de los casos. En la misma línea, el 88% de los alumnos ve la robótica como un medio para el aprendizaje del proceso científico, tecnológico y artístico.

Figura 3

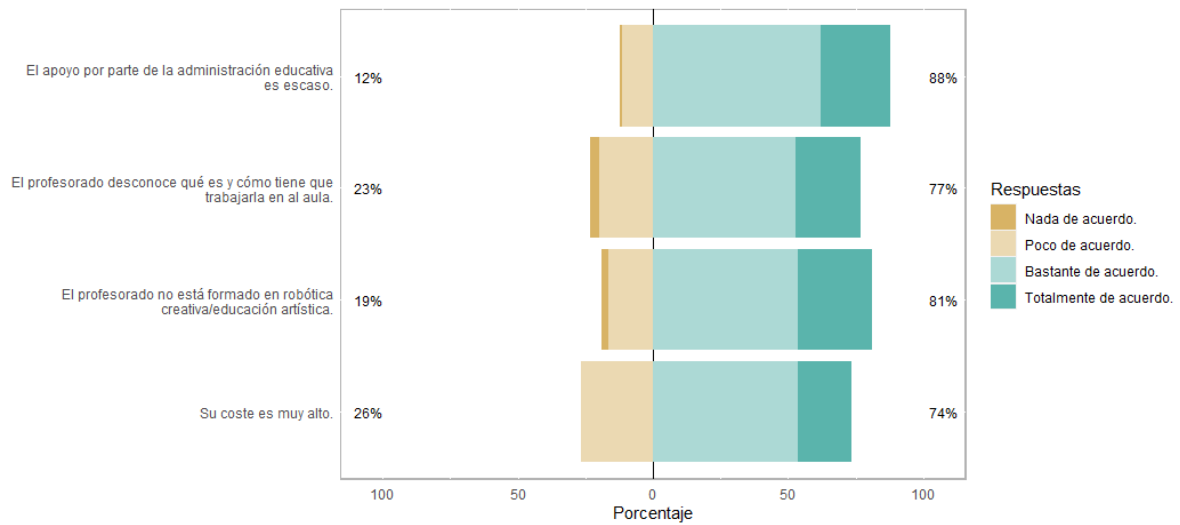
Opiniones de los alumnos encuestados con respecto a las potencialidades de la robótica creativa



Pero, por otro lado, los participantes en el estudio también son conscientes de la existencia de una serie de inconvenientes que podrían obstaculizar la incorporación de la robótica a los contenidos de la educación artística. Entre ellos destaca el respaldo que las instituciones educativas proporcionan para la implantación de la robótica creativa en el aula, que es percibido como insuficiente por un 88% de los futuros maestros encuestados. Además, en torno al 75% de los participantes indican que sería un proceso que supondría un coste muy elevado. Por último, aspectos relacionados con el profesorado tales como la falta de formación en robótica creativa y la insuficiente preparación didáctica para impartirla son señalados como problemáticos para la integración de la materia en las aulas por el 81% y el 77%, respectivamente, de los alumnos.

Figura 4

Opiniones de los alumnos encuestados con respecto a los obstáculos que dificultarían la implantación de la robótica creativa en la educación obligatoria

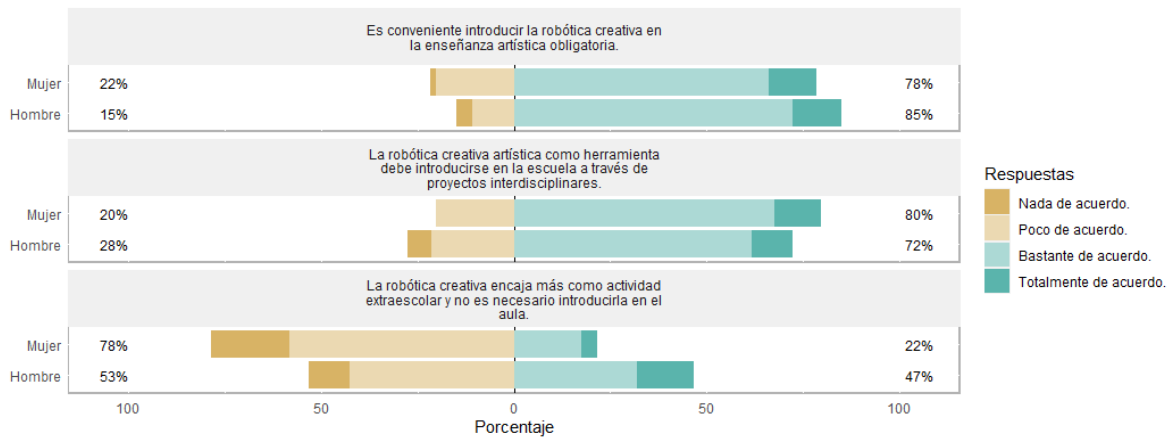


Al margen de las estas limitaciones, los estudiantes señalaron otras entre las que destaca la carencia de recursos, tanto humanos como materiales, para la implantación de la robótica creativa en las aulas de Primaria.

El análisis por género de los datos revela que hay más chicos que chicas con opiniones positivas acerca de la conveniencia de la introducción de la robótica creativa en la educación obligatoria, aunque esta diferencia no resulta significativa ($p = 0,2746$). Los porcentajes de chicas y chicos que apoyan un enfoque interdisciplinar para impartir la robótica en el aula (80% y 72%, respectivamente) tampoco resultan significativamente diferentes ($p = 0,4664$). Por el contrario, sí difieren de forma relevante en función del género las opiniones sobre el carácter que tendrían que tener las actividades de robótica en la escuela ($p = 0,0003$), que deberían ser extraescolares para un mayor porcentaje de chicos que de chicas.

Figura 5

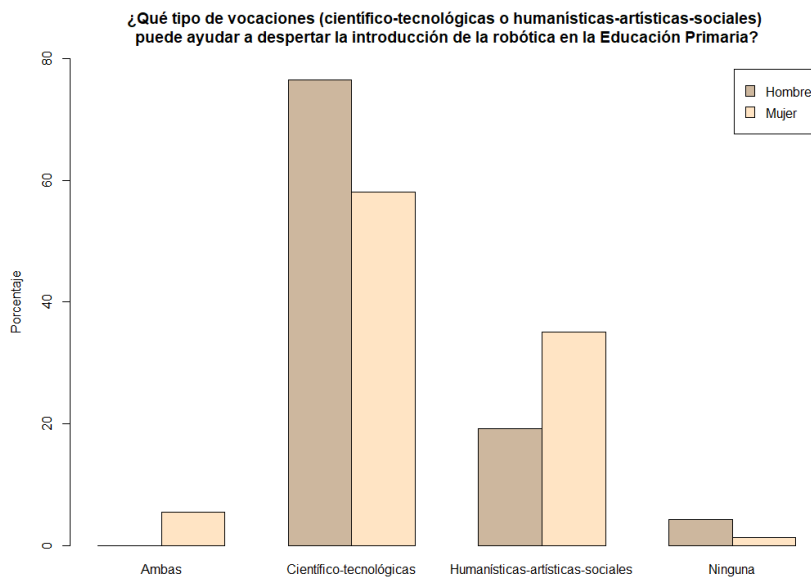
Opiniones de los alumnos encuestados, por género, con respecto a la introducción de la robótica creativa en la educación obligatoria



De acuerdo a los resultados que se muestran en la Figura 6, tanto la mayoría de los chicos (76,59%) como la de las chicas (58,10%) opina que la robótica podría despertar vocaciones científico-tecnológicas en el alumnado de Educación Primaria, siendo la diferencia entre ambos porcentajes significativamente distinta de 0 ($p = 0,0083$). También resulta significativa la diferencia entre el porcentaje de chicos y chicas (19,14% y 35,13%, respectivamente) que considera que, por el contrario, la robótica suscitaría el interés de los escolares hacia áreas humanísticas-artísticas-sociales ($p = 0,0171$).

Figura 6

Opiniones de los alumnos encuestados, por género, con respecto al tipo de vocaciones que la robótica podría despertar en el alumnado

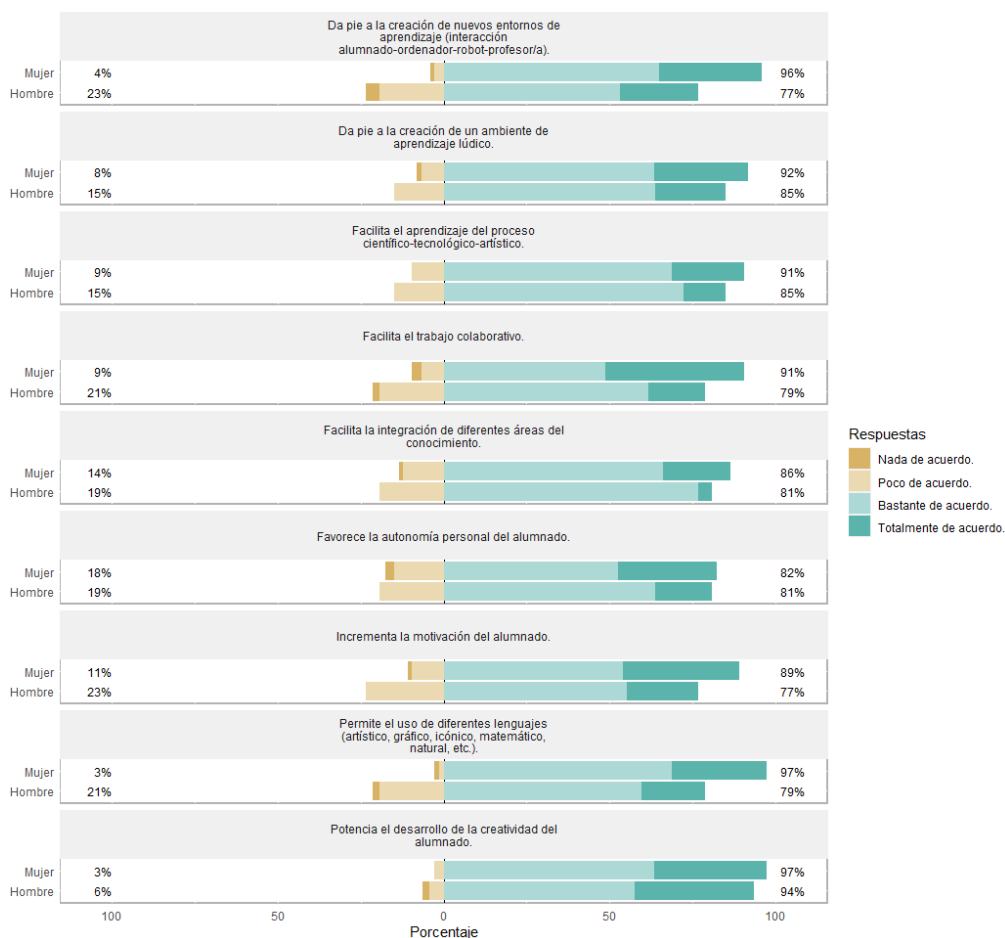


Los resultados de la Figura 7 revelan que, en términos generales, el número de chicas que valoran positivamente las potencialidades de la introducción de la robótica creativa en el aula es mayor que el de los chicos. Los aspectos de la robótica que son señalados por un mayor porcentaje de chicas son: el hecho de que fomenta de la creatividad (97%), que permite el empleo de diversos lenguajes (97%) y que propicia la creación de nuevos tipos de interacción (96%). Por su parte, los chicos coinciden en indicar que la robótica puede servir para estimular la creatividad de los alumnos (94%), aunque, a continuación, muestran los niveles más altos de acuerdo con que favorece la creación de un ambiente lúdico (85%) y que facilita el aprendizaje del proceso científico-tecnológico-artístico (85%) por delante de otras ventajas.

Las diferencias en las opiniones entre chicos y chicas que se aprecian en la muestra son significativas a nivel poblacional únicamente en los ítems “Da pie a la creación de nuevos entornos de aprendizaje” ($p = 0,0001$), “Facilita el trabajo colaborativo” ($p = 0,0293$), “Incrementa la motivación del alumnado” ($p = 0,0383$) y “Permite el uso de diferentes lenguajes” ($p = 0,0002$).

Figura 7

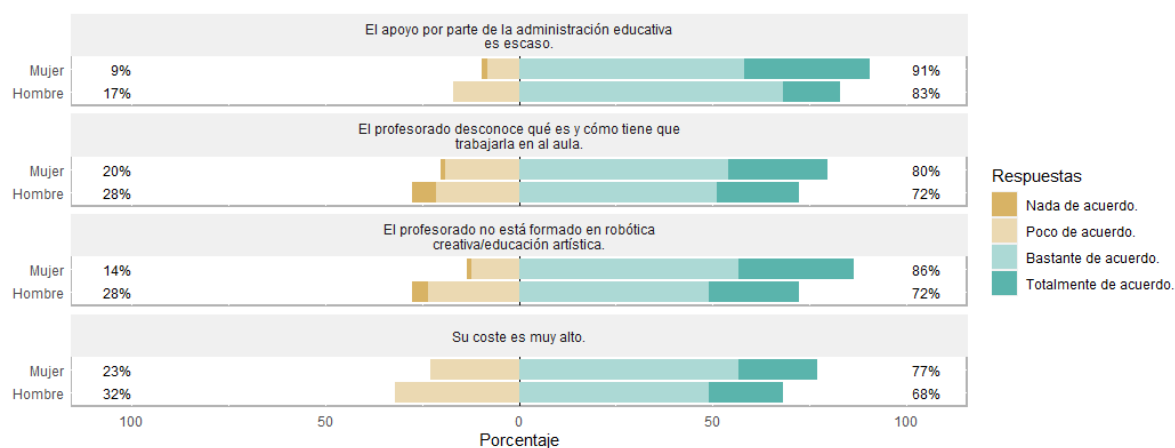
Opiniones de los alumnos encuestados, por género, con respecto a las potencialidades de la robótica creativa



Por último, en la Figura 8 se puede observar que también existe una pequeña diferencia de género en cuanto a las opiniones de los estudiantes sobre las limitaciones que podrían dificultar la introducción de la robótica en la escuela, según la cual el porcentaje de chicas que las perciben es ligeramente superior al de chicos. Pese a estas diferencias, tanto chicos como chicas coinciden en señalar el insuficiente apoyo que recibe la robótica por parte de las administraciones educativas como el principal problema para la implantación de la robótica en las aulas.

Figura 8

Opiniones de los alumnos encuestados, por género, con respecto a los obstáculos que dificultarían la implantación de la robótica creativa en la educación obligatoria



4. Discusión y conclusiones

El objetivo principal del presente trabajo consistía en conocer la opinión de futuros maestros de Educación Primaria acerca de la inclusión de contenidos de robótica creativa en las aulas de Primaria.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que, de forma global, los participantes en el estudio consideran conveniente que los alumnos de Educación Primaria reciban formación relacionada con la robótica creativa. Esta formación debería formar parte de los contenidos obligatorios que los alumnos cursasen, según la mayoría de los encuestados y que debería tener un carácter interdisciplinar. Estos resultados coinciden con los de Clapp y Jiménez (2016), Conradt y Bogner (2020) y Guyotte et al. (2015) quienes señalaron que las metodologías STEAM y la robótica creativa constituyen un enfoque de enseñanza-aprendizaje que mantiene un carácter interdisciplinar artístico, tecnológico y creativo. Las opiniones de los participantes sugieren que sus percepciones van más allá de la intención pedagógica, dejando entrever la necesidad de una formación que les permita dar respuesta a los problemas profesionales (Domènech-Casal, 2018; Martín Páez et al., 2019). Los resultados obtenidos coinciden con la línea de cambio en el

planteamiento curricular propuesta por Rodríguez-Sánchez y Revilla-Rodríguez (2016), según la cual se permite a los alumnos adquirir competencias y habilidades que les permitan desenvolverse en el mundo laboral y tecnológico, pero también a nivel socioemocional.

Pese al estrecho vínculo que existe entre la robótica creativa y aspectos relativos a las artes, la mayoría de los participantes asocia la formación en robótica creativa con la suscitación en los estudiantes de gustos o tendencias relacionadas con disciplinas científicas o tecnológicas. Estas percepciones pueden deberse, no solo a la naturaleza interdisciplinar de la robótica, sino también a la falta de información, experiencia o formación en metodologías educativas que relacionan las humanidades, el arte o las ciencias sociales con la tecnología. Las opiniones de los estudiantes revelan la necesidad de un cambio de enfoque en el currículo basado en una alfabetización tecnológica que se relacione no solo con áreas científicas sino también con áreas humanísticas. Este es el único modo de asegurar que los estudiantes pueden desarrollar investigaciones interdisciplinarias y transdisciplinarias basadas en la robótica creativa que les proporcionen la formación y las herramientas necesarias para generar conocimiento, recursos y estrategias educativas híbridas para así generar redes de conocimiento entre áreas científicas, humanísticas, artísticas y sociales vinculadas a las tecnologías (Casado Fernández et al., 2020; Leoste et al., 2021).

Por otro lado, una importante mayoría de los estudiantes es consciente de los beneficios, tanto para el alumno como para la práctica docente, que podrían derivarse de la inclusión de contenidos de robótica educativa en las aulas de Primaria. Estos resultados están en concordancia con los proporcionados por estudios previos (Badeleh, 2019; Baek, 2016; Burhans y Dantu, 2017; Thuneberg et al., 2018; Wannapiroon y Petsangri, 2020) en los que se apunta el notable impacto de la robótica creativa en el desarrollo personal de los estudiantes, así como en el fomento de sus habilidades de investigación y su pensamiento creativo. Por género, las mujeres reportaron percepciones más positivas que los hombres respecto a las ventajas analizadas, siendo significativas las diferencias entre géneros en algunos casos. De igual manera, los participantes advierten las limitaciones, entendidas como obstáculos, que podrían surgir a la hora introducir la robótica creativa en la Educación Primaria. Entre ellas, destacan la falta de apoyo por parte de las instituciones educativas, así como la escasa formación sobre la materia que presuponen a los docentes que se encargarían de impartirla, coincidiendo con los resultados de investigaciones previas (Koehler et al., 2007; Papert, 1980; Zamorano-Escalona et al., 2018).

A partir de los resultados por género, se puede concluir que, aunque tanto la mayoría de chicos y de chicas asocian la robótica creativa con el despertar de vocaciones científicas y tecnológicas, esta asociación cala con más fuerza en los individuos de género masculino. Esta diferencia puede deberse a la subrepresentación de las mujeres en las áreas STEM y en los estereotipos de géneros que tradicionalmente han asociado las áreas relacionadas con la ciencias y la tecnología con el género masculino, tal y como se indica en estudios previos (Astegiano et al., 2019; Chiu, et al., 2018; García-Holgado et al., 2020). Para equilibrar estas percepciones, los docentes encargados de impartir la robótica creativa deberían conocer no solo sus detalles técnicos y digitales, sino también aquellos otros aspectos relacionados con el proceso creativo-artístico (a nivel conceptual como, por ejemplo, la estética, la alfabetización visual y audiovisual, el componente social, el arte-diseño y la co-creación...) que también son inherentes a la disciplina. De esta manera, se podría contribuir a diluir esta asociación exclusiva que establecen muchos futuros maestros

entre la robótica creativa y la tecnología evitando, a su vez, su transmisión a los que serán sus alumnos. Formar a los docentes de este modo también contribuiría a favorecer las relaciones entre pedagogía y humanidades digitales y posibilitar la comprensión de las nuevas relaciones y procesos educativos híbridos que están surgiendo. Así, se permitiría poder optar por un enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje que incluya las artes, la innovación y la creatividad, dándole una visión interdisciplinar más integral en la que la creatividad se convierta en el factor clave de búsqueda de soluciones, sensibilización y transformación. En definitiva, se conseguiría así un acercamiento a las propuestas de la Nueva Bauhaus Europea y la Economía Creativa (industria creativa) que introducen una dimensión cultural y creativa en el Pacto Verde Europeo dirigida a la innovación/investigación sostenible e inclusiva para dar respuestas positivas a problemas de nuestras vidas cotidianas.

Estas conclusiones deben interpretarse con cautela, puesto que parten del análisis de los resultados de una muestra de tamaño limitado y de carácter no probabilístico. En este sentido, como ampliación de este trabajo, se pretende recoger la opinión de estudiantes de otras universidades y compararlas con las que se han presentado. También pretendemos comparar las opiniones de maestros en formación con la de maestros en ejercicio, para detectar posibles diferencias.

5. Financiación

Esta investigación se enmarca dentro del Proyecto Avanzado de Innovación Docente titulado Proyectos artísticos para la transformación social en contextos educativos formales y no formales: arte-educación-tecnología (código 458). El Proyecto está financiado por la convocatoria de Proyectos de Innovación y Buenas Prácticas Docentes del plan FIDO de la Universidad de Granada para el periodo 2018-2020.

Perceptions of future teachers on the inclusion of creative robotics in Primary Education

1. Introduction

Guidance provided by European Parliament and Council, laid out in the Strategic Innovation Agenda of the European Institute of Innovation and Technology for 2021/2027, suggests that key skills training is key for the public to be able to achieve the type of personal, professional and social development demanded by a globalised world. This type of holistic development is stringently linked to knowledge. The complex nature of the issues emerging in current society requires such training to include, not only, conceptual or procedural training but, also, other abilities such as creativity (Beghetto & Kaufman, 2013). In the present day, creativity plays a fundamental role and assumes a split perspective. On the one hand, at an individual level, it acts to back up the abilities of individuals so that they can adapt to new situations and, on the other hand, at a group level, it serves as a basic mechanism for social, scientific and technological development (Elgrably & Leikin, 2021).

The irruption of creativity within training needs has led to some important changes in the educational sphere. One such change refers to the inclusion within STEM methodologies (science, technology, engineering and mathematics), initially based on the interdisciplinary teaching of scientific and technological content, of aspects related with the artistic and humanistic fields. Indeed, in contemporary society, the practice of teaching the scientific and technological disciplines cannot be separated from critical thinking, design, communication and artistic abilities. This has brought about incorporation of “A” for art into STEM methodologies, giving rise to STEAM methodologies (Yakman & Lee, 2012). STEAM methodologies constitute a teaching-learning approach that retains the interdisciplinary nature of STEM, whilst including the artistic discipline and creativity (Clapp & Jiménez, 2016; Conradt & Bogner, 2020; Guyotte et al., 2015; Runco & Acar, 2012; Zawieska & Duffy, 2015). The aim of this is to provide a response to real issues through employment of a constructionist method that involves “learning whilst doing” (Papert, 1980; Zamorano-Escalona et al, 2018).

Given that creativity (Runco & Acar, 2012) is implicit in the arts and technology (Kaufman et al. 2009), STEAM learning is crucial for promoting innovation and adaptive change. It is critical for, not only, educational development but, also, the economic and sustainable development of society. Taylor et al. (2017) highlights the importance of implementing STEAM methodologies in the classroom from young ages given that they provide students with conceptual, procedural and attitudinal tools which enable them to provide appropriate interdisciplinary responses to real-life issues (Domènech-Casal, 2018; Martín Páez et al., 2019).

Of all the strategies available for the implementation of STEAM methodologies, those incorporating educational robotics have demonstrated important benefits for different aspects related with student learning in areas such as mathematics, physics and engineering (Benitti, 2012), but also in the humanistic, artistic and social fields (Casado Fernández, et al., 2020; Leoste et al., 2021).

Indeed, application of robotics in the classroom translates to meaningful improvements in abilities such as problem solving, social skills, reasoning and critical thinking (Benitti, 2012; Ganesh et al., 2010; Menekse et al., 2017), graphic skills (Mitnik et al., 2009) and the understanding of abstract concepts (Williams et al., 2011). In the same sense, educational robotics have been shown to have a notable impact on the personal development of students, whilst also promoting their research abilities and critical thinking (Badeleh, 2019; Baek, 2016; Burhans & Dantu, 2017; Thuneberg et al., 2018; Wannapiroon & Petsangsri, 2020). Creativity can be promoted, for example, through programming and the construction and handling of both software and hardware (Badeleh, 2019; Baek, 2016; Caballero-González & García-Valcárcel, 2020; Cabello-Ochoa & Carrera-Farrán, 2017; Kahn et al., 2016; Zawieska & Duffy, 2015), stimulating the ability of students to learn through experience with their environment and to transfer this knowledge in order to respond to issues in a novel way. Existing research demonstrates the utility of daily experiences for promoting the development of creativity and innovation (Nemiro et al., 2017). For example, it is well demonstrated that teaching-learning processes based on robotics improve creativity in an effective way, whilst also favouring all of the components that make it up, namely, originality, elaboration, flexibility and fluidity.

Reviewed literature pertains to, mainly, examinations of the effects of educational robotics performed in primary and secondary school settings (up until K12) (Bers & Urrea, 2000; Dias et al., 2005; Resnick, 1993), in technical and vocational schools (colleges) (Alimisis et al., 2005), and in extra-curricular programs (Barker & Ansorge, 2007; Rusk et al., 2008). When considering educational level, research emerges that explores the impact of using robotics kits when developing the skills and abilities of students in early and primary education. Such research proposes the use of a social and cultural technological framework (Jung & Won, 2018). Other research studies focus on specific aspects of robotics, such as creative programming and computational thinking in primary education (Bers et al., 2019; González-González, 2019; Maya et al., 2015; Moreno et al., 2019; Sáez-López et al., 2021; Vivas-Fernández & Sáez-López, 2019), highlighting positive outcomes and improvements in the digital and technological abilities of students using educational robotics during the primary and secondary stages of education (Lin et al., 2005; Relkin et al., 2020; Xia & Zhong, 2018).

Despite its benefits, the implementation of creative robotics, in particular, and STEAM methodologies, in general, in the classroom presents a number of challenges that make some teachers question their use. This is due to a lack of understanding about the meaning of the STEAM methodologies and their pedagogical potential for addressing different languages, concepts or personal expressions and meaning (Chen & Huang, 2020; Herro & Quigley, 2017; Yakman, 2008). Indeed, implementation of these methodologies implies a number of changes, with regards to traditional methodologies, which have a direct influence on the day-to-day delivery of teaching in classrooms. As the main implementers of these changes, teachers play a fundamental role in this new educational reality, highlighting the need for up-to-date teacher training. Such training is currently being specified in terms of both content and the strategies and resources to be implemented in the classroom (Grover & Pea, 2013).

Within this new educational landscape, within the skills that must be acquired by students, the development of attitudes promoting gender equality and non-sexist behaviours is also included, with a concomitant impact on professions related with science and

technology from a gender perspective. This aspect is especially relevant in the fields covered by STEAM methodologies, in which the presence and participation of women is scarce when compared with that of men (Astegiano et al., 2019; Chiu, et al., 2018; García-Holgado et al., 2019; García-Holgado et al., 2020). Significant data has also been presented in research conducted by Cimpian et al. (2020), which indicate that, from seven-years onwards, girls already feel inferior than boys when it comes to their ability to solve problems based on STEAM methodologies. Other findings lead us to reflect on the gender gap found in scientific and technological vocations, as laid out in reports such as *Cracking the Code* (UNESCO, 2019), *The ABC of Gender Equality in Education* (OECD, 2015) and *Equality in Numbers 2020* by the Ministry of Education and Professional Training. Given this, the European Commission considers inclusion, equity and vocational development to be a priority in STEAM fields. This challenge is laid out in the strategic framework for European cooperation, in the ambit of education and training in the European Education Area 2021-2030, and in the Sustainability Goals (ODS) described in the 2030 Agenda. This shows that inclusive education and training also implies developing greater gender sensitivity in the learning processes and educational institutions. At the same time, it leads to the questioning and dissolution of gender stereotypes, above all, those that limit the choices available to children in relation to their field of study. Amongst the projects developed to tackle this challenge, the Digital Education Action Plan 2021-2027 and Digital Plan for Spain 2025 are found. The main aims of these are to move education into the digital era and promote female participation in STEAM studies, whilst also engaging the educational system to promote the development of scientific and technological vocations without abandoning the arts. At a state level, the Ministry of Education, Training and Employment created the STEAM Alliance for Female Talent as a strategy to reduce the gap between male and female students. Similarly, *Girls Standing Up in Science* reports the most up-to-date data on this issue, which was gathered by the study *X-raying the Gender Gap in STEAM Training (2022)* performed by the Ministry of Education on the educational trajectory of girls and women in Spain.

The present study aims to identify the opinions of prospective primary school teachers about the inclusion of educational robotics in primary school classrooms. It examines perceptions about the pedagogical strengths and limitations brought about by the incorporation of this discipline at the aforementioned educational stage. Specifically, we posed the following research questions:

1. What is the opinion of future teachers regarding the inclusion of creative robotics in the primary school curriculum?
2. What kind of future vocations might creative robotics inspire in students?
3. What strengths and limitations regarding the inclusion of creative robotics in the classroom do future teachers perceive?
4. Are there any gender differences among prospective teachers in their opinions about the inclusion of educational robotics in the classroom?

2. Methods

Participants in the present study were 121 students, comprising 74 women (61.16%) and 47 men (38.84%), undertaking the first year of a Primary Education degree at the University of Granada. Participants were selected by convenience. The majority (80.43%) were had gained entry to the course following achievement of baccalaureate studies. The academic settings in which students considered themselves to have stood out throughout their academic career were physical education (28.92%), citizenship (21.48%), linguistics (17.35%), artistic (14.87%), mathematics (14.04%) and, to a lesser extent, knowledge of social media, knowledge of natural media and technology.

An adapted version of a questionnaire developed by Cabello-Ochoa and Carrera-Farrán (2017) provided the data collection tool. This questionnaire was created for the purpose of gathering information on the attitudes and beliefs of students practicing in primary education and early education regarding the implementation of creative robotics in classrooms. Given that the present study was directed towards teachers still at the university training stage, it was necessary to modify some of the original questionnaire items. The biggest changes were made to questions that were sociodemographic in nature. In this sense, items previously examining the professional baggage of practicing teachers, were modified in the adapted version in order to gather information on the academic and training trajectory of students. In the same way, items collecting data on the length of experience in teaching and the educational level at which practicing teachers conducted the majority of their professional activity were removed given that they would not be relevant for trainee teachers.

The final adapted version of the questionnaire started with 5 questions that were sociodemographic in nature. These were followed by 20 questions which gather information on perceptions about the incorporation of this content within mandatory teaching. With regards to design of the original questionnaire proposed by the authors, a 4-point Likert scale was used (totally disagree, slightly agree, largely agree, totally agree) to gather information on the opinions of surveyed participants. The questionnaire also included multiple-choice and single-option questions, with one question affording open responses.

The calculation of the reliability and internal consistency of the questionnaire for the measurement of the single underlying construct, "Students' perceptions of the inclusion of educational creative robotics in Primary Education", was carried out using Cronbach's alpha coefficient. Then, gathered data were analysed, mainly, using descriptive techniques. Following analysis of the overall dataset in relation to the whole sample, responses were examined separately according to gender. In order to check whether responses given by males and females differed in a meaningful way, contrasts of proportions were carried out. These contrasts were found to reveal significant differences when associated with a p-value lower than .05.

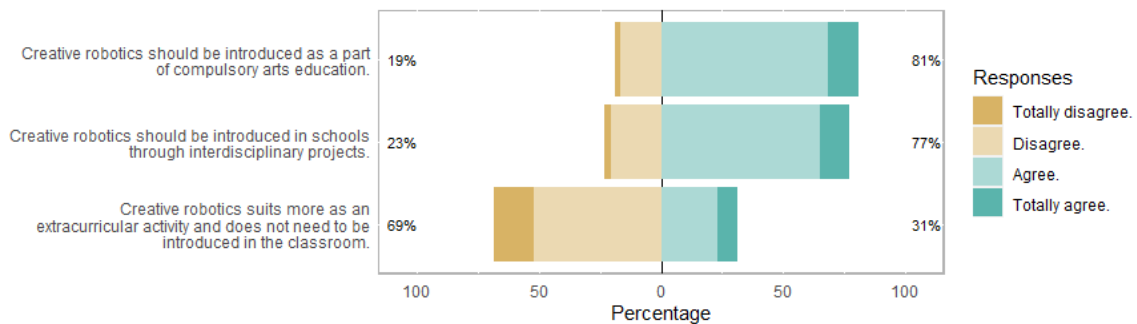
3. Analysis and results

Cronbach's alpha coefficient yielded a value of 0.79, which, according to George and Mallery (2003), indicates an acceptable level of reliability of the questionnaire, very close to a good level.

Overall, as reflected in Figure 1, the majority of surveyed students reported favourable opinions with regards to the introduction of creative robotics as a part of the mandatory teaching of artistic education. Further, almost 70% of participants considered that content pertaining to robotics should not be delivered outside of the curriculum but, instead, should be delivered in the classroom as part of the official curriculum. In addition, more than three quarters of students considered it important to take an interdisciplinary perspective when approaching the teaching of this content.

Figure 1

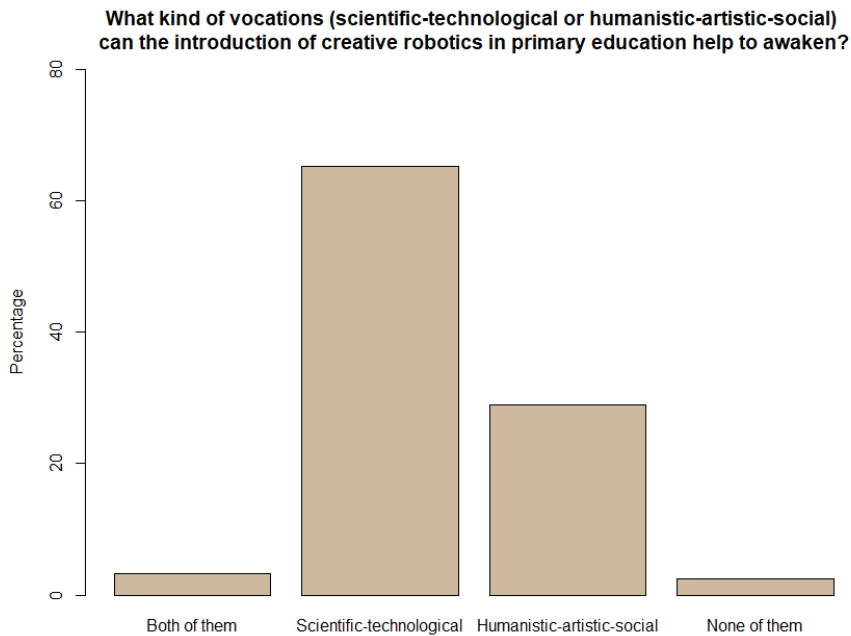
Surveyed students' opinions regarding the introduction of creative robotics into mandatory education



Due, perhaps, to this multidisciplinary nature, surveyed participants provided diverse opinions about the type of vocations that could be supported by robotics training in primary school students. These outcomes are presented in Figure 2. According to more than 65% of participants, vocations were likely to be related with the scientific-technological field, whilst just under 30% of participants believed that they would be humanistic-artistic-social in nature. Just 3.3% of students considered that paths could be opened up equally in both fields.

Figure 2

Surveyed students' opinions regarding the types of career paths likely to be opened up by robotics training in students



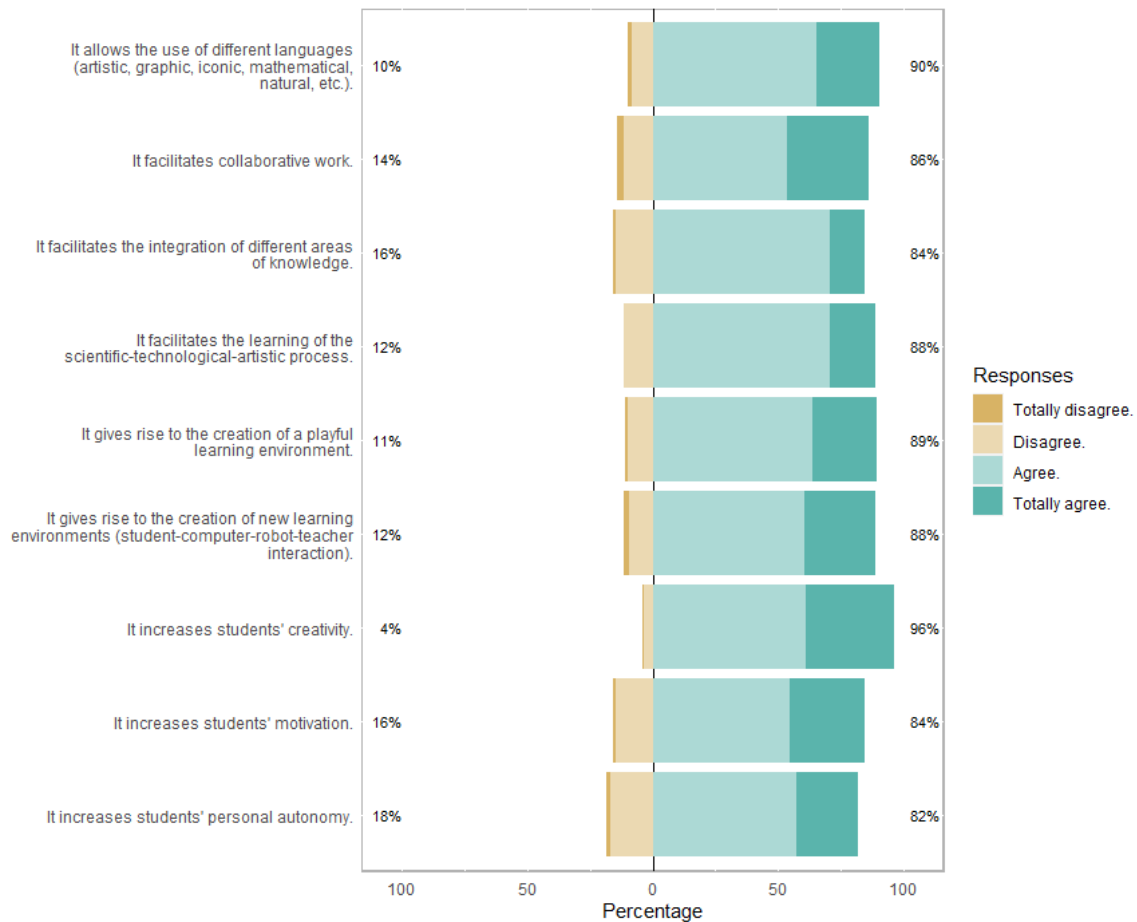
As shown by the outcomes presented in Figure 3, the large bulk of surveyed students considered that the introduction of creative robotics into primary school classrooms would translate into important benefits for students, such as greater motivation, personal autonomy and, above all, creativity.

Participants also reported positive opinions when they were asked about certain methodological aspects deriving from the introduction of robotics. Specifically, almost 90% of students considered robotics to facilitate a fun approach to learning, whilst 86% believed that robotics provided an appropriate setting for collaborative working.

It is also notable that the majority of surveyed students perceived robotics to be a subject that dipped in to different knowledge fields. This image of robotics as the meeting point for a number of disciplines clearly emerged in the opinions reported by future teachers and can be seen through the fact that 90% of individuals positive rated the statement “robotics enables the use of different languages”. Along the same lines, 88% of students viewed robotics as a means towards learning scientific, technological and artistic processes.

Figure 3

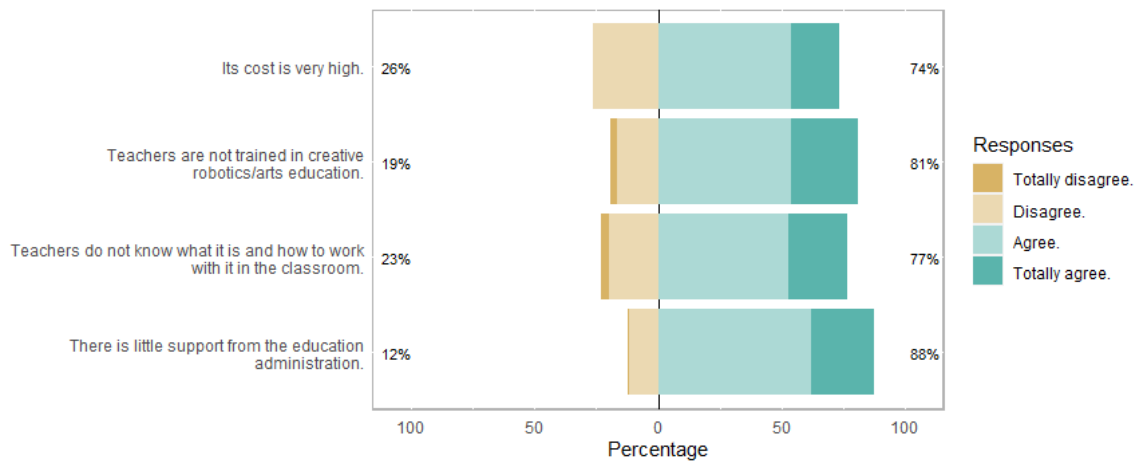
Surveyed students' opinions regarding the advantages of creative robotics



On the other hand, study participants were also aware of the existence of a number of disadvantages which could impede the incorporation of robotics within the teaching of artistic education. One such disadvantage lies in the need for educational institutions to provide full support for the introduction of creative robotics in the classroom, with this support being perceived as insufficient by 88% of the future teachers surveyed. Further, around 75% of participants indicated that the process of implantation would be hugely costly. Finally, aspects related with teaching staff, such as a lack of training in creative robotics and insufficient didactic preparation for delivering classes on the topic, were indicated by 81% and 77% of students, respectively, as constituting a challenge to the integration of content in classrooms.

Figure 4

Surveyed students' opinions regarding the barriers impeding the introduction of creative robotics into compulsory education

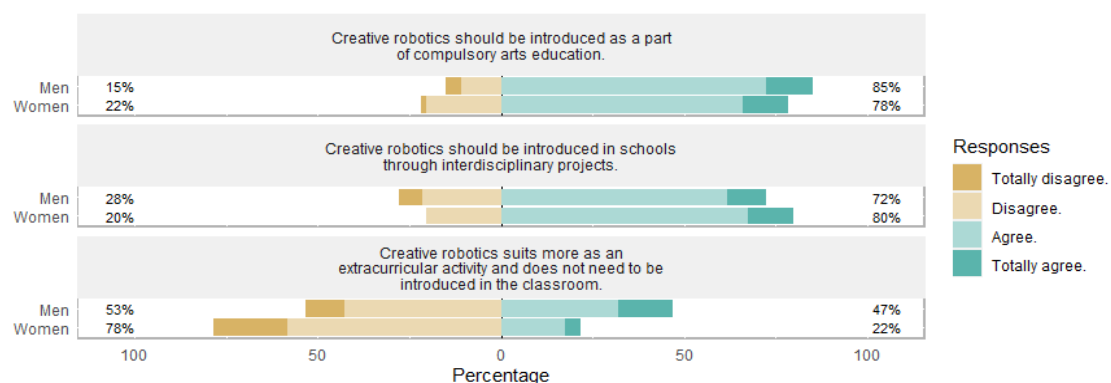


Outside of these limitations, participating students outlined other limitations, with the lack of both human and material resources for the integration of creative robotics into primary school classrooms standing out.

Gender-based analysis of the gathered data revealed that more males than females reported positive opinions about the usefulness of the introduction of creative robotics into compulsory education, although differences were not statistically significant ($p = .2746$). The proportion of students that supported taking an inter-disciplinary approach to delivering robotics content in classrooms was also found not to differ according to gender (80% and 72% in males and females, respectively) ($p = .4664$). In contrast, differences were found as a function of gender in opinions about the required nature of robotics classroom activities ($p = .0003$). Specifically, more males than females reported that activities should be extra-curricular in nature.

Figure 5

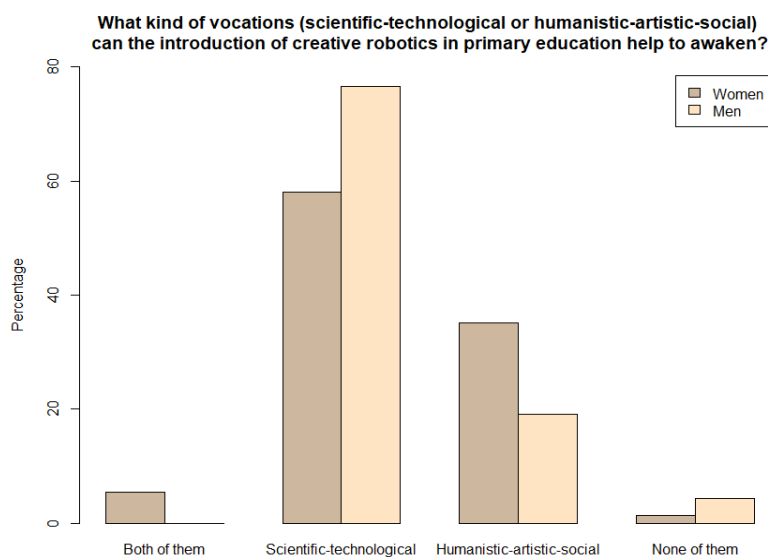
Surveyed students' opinions regarding the inclusion of creative robotics within compulsory education, as a function of gender



In accordance with the findings presented in Figure 6, the majority of both males (76.59%) and females (58.10%) believed that robotics could open career paths in scientific-technological fields for students studying primary education, with gender-based differences also being statistically significant ($p = .0083$). The percentage of males and females that considered robotics to, in contrast to the outcomes reported above, lead to a greater interest of students in humanistic-artistic-social fields (19.14% and 35.13%, respectively) was also statistically significant ($p = .0171$).

Figure 6

Surveyed students' opinions regarding the types of career path interests that robotics could encourage, as a function of gender

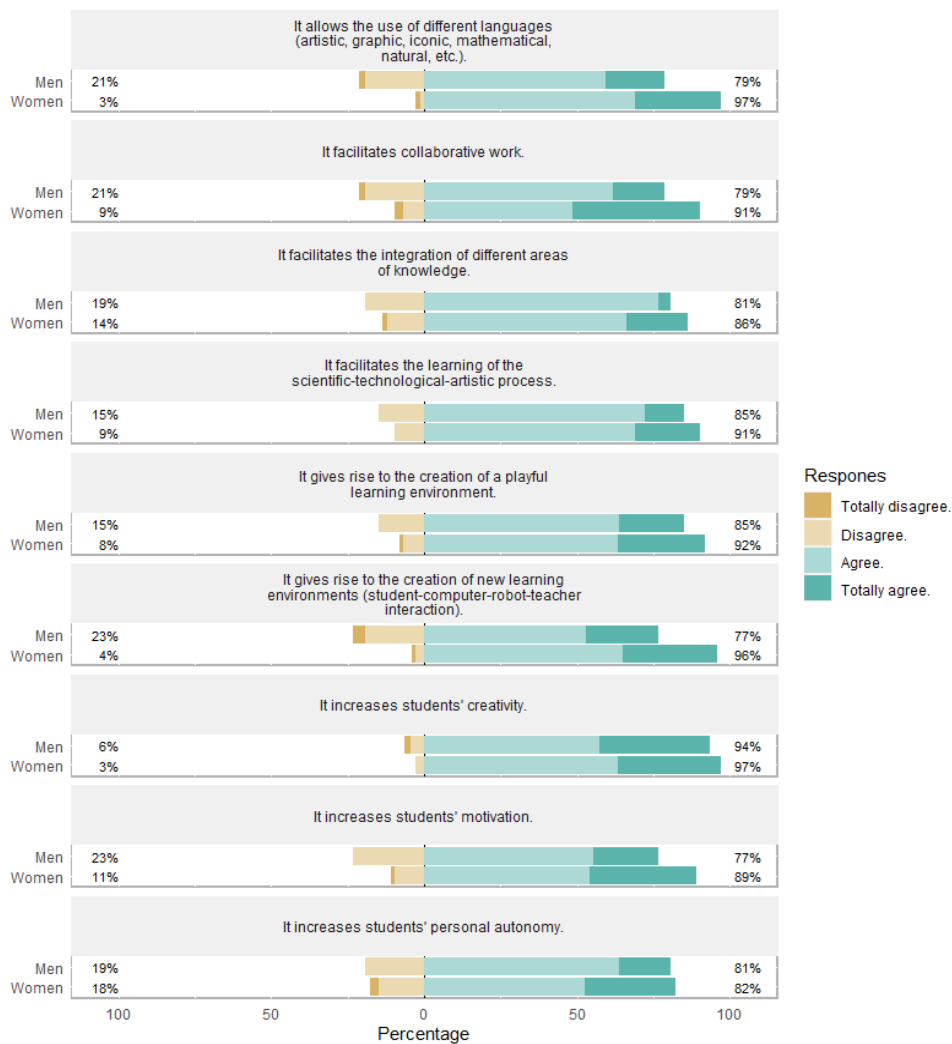


Findings presented in Figure 7 revealed that, in general terms, a higher number of females than males positively rated the potential benefits of including creative robotics teaching in classrooms. The positive aspects of robotics most commonly indicated by females were the following: It promotes creativity (97%), it encourages the use of different languages (97%) and it leads to the creation of new types of interaction (96%). In the case of males, they agreed that robotics could serve to stimulate creativity in students (94%), however, in contrast, they reported greater agreement with the argument that robotics favours the creation of a fun environment (85%) and facilitates the learning of scientific-technological-artistic processes (85%), finding these advantages to be more pertinent than others.

Opinions reported by males and females were only found to be significantly different in the case of the items “[robotics] gives rise to the creation of new learning environments” ($p = .0001$), “Robotics facilitates collaborative working” ($p = .0293$), “Robotics increases student motivation” ($p = .0383$) and “Robotics encourages the use of different languages” ($p = .0002$).

Figure 7

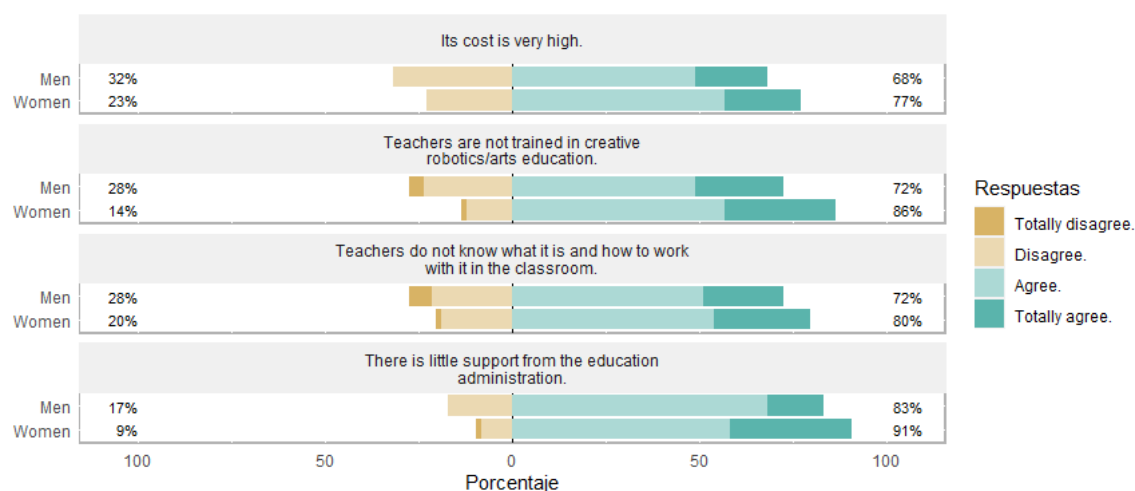
Surveyed students' opinions regarding the advantages of creative robotics, as a function of gender



Finally, in Figure 8, it can be observed that a slight gender effect exists with regards to student opinions regarding the limitations that could impede the introduction of robotics at school. Specifically, slightly more females than males perceived limitations to exist. Despite these differences, both males and females agreed that the main barrier to implementing robotics in the classroom was the inadequate support received by educational institutions to this end.

Figure 8

Surveyed students' opinions regarding the barriers impeding the implementation of creative robotics in compulsory education, as a function of gender



4. Discussion and conclusions

The main aim of the present work was to uncover the perceptions of future primary school teachers regarding the inclusion of creative robotic content in primary education classrooms.

In accordance with obtained outcomes, it can be concluded that, generally speaking, study participants believed it would be useful for primary school students to receive training related with creative robotics. The majority of those surveyed reported that such training should form part of the compulsory content imparted to students and that it should be interdisciplinary in nature. These results are in line with those of Clapp and Jiménez (2016), Conradt and Bogner (2020) and Guyotte et al. (2015) who indicate that STEAM methodologies and creative robotics constitute a teaching-learning approach that maintains an interdisciplinary artistic, technological and creative character. The views of the participants suggest that their perceptions go beyond the pedagogical intention, with the need for training that allows them to respond to professional problems (Domènech-Casal, 2018; Martín Páez et al., 2019). The results obtained coincide with the line of change in the curricular approach proposed by Rodríguez-Sánchez and Revilla-Rodríguez (2016), which enables students to acquire the skills and abilities that allow them to develop in the world of work and technology, but also on a socioemotional level.

Despite the tight link found to exist between creative robotics and aspects relative to the arts, most participants associated the training of students in creative robotics with bringing out desires and tendencies related with scientific and technological disciplines. These perceptions may be due not only to the interdisciplinary nature of the methodology, but also to the lack of information, experience or training in educational processes linking humanities, arts or social areas with technologies. The students' opinions highlight the need for a change of curricular approach based on technological literacy linked not only to scientific areas but also to humanities. This is the only way to ensure that students can develop interdisciplinary and transdisciplinary research based on creative robotics that will provide them with the

training and tools necessary to generate knowledge, resources and hybrid educational strategies that will enable them to generate knowledge networks between scientific and humanistic, artistic and social areas linked to technologies (Casado Fernández et al., 2020; Leoste et al., 2021).

In another sense, a large majority of students was aware of the benefits for both students and exercising teachers that could be brought about by the inclusion of educational robotics teaching in primary school classrooms. These data are in line with those provided by previous studies (Badeleh, 2019; Baek, 2016; Burhans and Dantu, 2017; Thuneberg et al., 2018; Wannapiroon and Petsangsri, 2020) which point to the remarkable impact of creative robotics on students' personal development, as well as on fostering their research skills and creative thinking. By gender, females reported more positive perceptions of examined advantaged than males, with gender differences being significant in some cases. In the same way, participants also mentioned certain limitations, understood as barriers, that could arise at the time of introducing creative robotics into primary education. Of these limitations, a lack of support from educational institutions most stood out, alongside shortcomings in the training on offer for teachers to deliver such material, in line with the findings of previous studies (Koehler et al., 2007; Papert, 1980; Zamorano-Escalona et al., 2018).

In consideration of gender-based outcomes, it can be concluded that, although the majority of both males and females associated creative robotics with the awakening of scientific and technological vocations, this association emerged more strongly within males. These differences may be due to the under-representation of women in STEM fields and gender stereotypes that have traditionally associated science and technology fields with the male gender, as reflected in previous studies (Astegiano et al., 2019; Chiu, et al., 2018; García-Holgado et al., 2020). In order to balance out these perspectives, teachers charged with delivering content on creative robotics should, not only understand its technical and digital features but, also, be familiar with other aspects related with creative-artistic processes (at a conceptual level such as, for example, aesthetics, visual and audio-visual literacy, social components, art and design, and co-creation...) which are also inherent to the discipline. In this way, the tendency of many future teachers to perceive creative robotics to be exclusively linked with technology and, therefore, transmit this to their students, may be wavered. Equipping teachers in this way would also contribute towards favouring the relationship between pedagogy and digital humanities, making understanding of new relationships and emerging hybrid educational processes more likely. This would enable an approach to be taken that includes the arts, innovation and creativity, providing a more comprehensive inter-disciplinary perspective, in which creativity becomes the key factor to problem solving, awareness raising and transformation. In conclusion, consideration of these aspects would move us closer towards achieving proposals laid out by the New European Bauhaus and the Creative Economy (creative industry). Specifically, the introduction of cultural and creative dimensions in the European Green Deal, directed towards sustainable and inclusive innovation/research as a means to providing positive responses to daily issues.

Present findings should be interpreted with caution given that they are based on data produced using a relatively small convenience sample. In this sense, as an extension of the present work, it would be useful to gather information on the opinions of students attending other universities and compare findings with those presented in the present study. Another

useful future direction would be to compare the perspectives of trainee teachers with those working professionally with a view to detecting potential differences.

5. Funding

This research is part of the Advanced Teaching Innovation Project entitled: Artistic projects for social transformation in formal and non-formal educational contexts: art-education-technology (Code 458). Under the Call for Teaching Innovation Projects and Best Practices of the FIDO Plan, University of Granada, carried out in the period from 2018 to 2020.

References

- Alimisis, D., Karatrantou, A., & Tachos, N. (2005). Technical school students design and develop robotic gear-based constructions for the transmission of motion. In G. Gregorezyk, A. Walat, W. Kranas, & M. Borowiecki (Eds.), *Digital tools for lifelong learning* (pp. 76-86). DrukSfera.
- Astegiano, J., Sebastián-González, E., & Castanho, C. T. (2019). Unravelling the gender productivity gap in science: a meta-analytical review. *Royal Society open science*, 6(6), 181566. <https://doi.org/10.1098/rsos.181566>
- Badeleh, A. (2019). The effects of robotics training on students' creativity and learning in physics, *Education and Information Technologies*, 26, 1353-1365. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09972-6>
- Baek, J. E. (2016). Effects of Robot-Based Learning on Learners Creativity. *Proceedings of the 9th International Interdisciplinary Workshop Series, Advanced Science and Technology Letters*, 127, 130-134. <http://dx.doi.org/10.14257/astl.2016.127.26>
- Barker, B. S., & Ansoorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229–243. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782481>
- Beghetto, R. A., & Kaufman, J. C. (2013). Fundamentals of creativity. *Educational Leadership*, 70(5), 10–15.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bers, M. U., & Urrea, C. (2000). Technological prayers: Parents and children working with robotics and values. En A. Druin y J. Hendler (Eds.), *Robots for kids: Exploring new technologies for learning experiences* (pp. 194-217). Morgan Kaufmann.
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>

- Burhans, D., & Dantu, K. (2017). ARTY: Fueling Creativity through Art, Robotics and Technology for Youth. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 31(1). <https://doi.org/10.1609/aaai.v31i1.10552>
- Caballero-González, Y. A., & García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 15. <https://doi.org/10.14201/eks.22957>
- Cabello-Ochoa, S., & Carrera-Farrán, X. (2017). Diseño y validación de un cuestionario para conocer las actitudes y creencias del profesorado de educación infantil y primaria sobre la introducción de la robótica educativa en el aula. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 60. <https://doi.org/10.21556/edutec.2017.60.871>
- Casado Fernández, R., & Checa Romero, M. (2020). Robotics and STEAM projects: Development of creativity in a primary school classroom. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 58, 51-69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Chen, C. C., & Huang, P. H. (2020). The effects of STEAM-based mobile learning on learning achievement and cognitive load. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1761838>
- Chiu, M., Roy, M., & Liaw, H. (2018). The Gender Gap in Science. *Chemistry International*, 40(3), 14-17. <https://doi.org/10.1515/ci-2018-0306>
- Cimpian, J. R., Kim, T. H., & McDermott, Z. T. (2020). Understanding persistent gender gaps in STEM. *Science*, 368(6497), 1317-1319. <https://doi.org/10.1126/science.aba7377>
- Clapp, E. P., & Jiménez, R. L. (2016). Implementing STEAM in maker-centered learning. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 10(4), 481-491. <https://doi.org/10.1037/aca0000066>
- Conradty, C., & Bogner, F. X. (2018). From STEM to STEAM: How to monitor creativity. *Creativity Research Journal*, 30(3), 233–240. <https://doi.org/10.1080/10400419.2018.1488195>
- Decision 2021/820 of the European Parliament and of the Council of 20 May 2021 on the Strategic Innovation Agenda of the European Institute of Innovation and Technology (EIT) 2021-2027. Retrieved from <http://data.europa.eu/eli/dec/2021/820/oj>
- Dias, M. B., Mills-Tettey, G. A., & Nanayakkara, T. (2005). Robotics, education, and sustainable development. In *Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2005)*, (pp. 4248–4253). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ROBOT.2005.1570773>
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la competencia científica. *Ápice*, 2(2), 29–42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Elgrably, H., & Leikin, R. (2021). Creativity as a function of problema-solving expertise: Posing new problems through investigations. *ZDM—Mathematics Education* 53(4), 891–904. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01228-3>

- Ganesh, T., Thieken, J., Baker, D., Krause, S., Roberts, C., Elser, M., Taylor, W., Golden, J., Middleton, J., & Kurpius, S. R. (2010). Learning through engineering design and practice: implementation and impact of a middle school engineering-education program. Ponencia presentada en 2010 ASEE Annual Conference and Exposition, Louisville.
- García-Holgado, A., Verdugo-Castro, S., González, C., Sánchez-Gómez, M. C., & García Peñalvo, F. J. (2020). European Proposal to Work in the Gender Gap in STEM: A Systematic Analysis. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 15(3), 215–224. <https://doi.org/10.1109/RITA.2020.3008138>
- García-Holgado, A., Camacho Díaz, A., & García-Peñalvo, F. J. (2019). *La brecha de género en el sector STEM en América Latina: una propuesta europea*. In M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Á. Fidalgo-Blanco, & F. J. GarcíaPeñalvo (Eds.). *Actas del V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad*. CINAIC (pp. 704-709). Universidad de Zaragoza. <https://doi.org/10.26754/CINAIC.2019.0143>
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update* (4th ed.). Allyn & Bacon.
- Grañeras Pastrana, M., Moreno Sánchez, M. E., & Isidoro Calle, N. (2022). *Radiografía de la brecha de género en la formación STEAM. Un estudio en detalle de la trayectoria educativa de niñas y mujeres en España*. Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- González-González, C. S. (2019). Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil. *Educación en la sociedad del conocimiento*, 20, 1-15. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17
- Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., Kellam, N. N., & Walther, J. (2015). Collaborative creativity in STEAM: Narratives of art education students' experiences in transdisciplinary spaces. *International journal of education & the arts*, 16(15), 1-39.
- Herro, C., & Quigley, C. (2017) Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: Implications for teacher educators *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Jung, S., & Won, E. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905. <https://doi.org/10.3390/su10040905>
- Kahn, P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Gill, B. T., Shen, S., Ruckert, J. H., & Gary, H. E. (2016). Human creativity can be facilitated through interacting with a social robot. *In 2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)* (pp. 173-180). <https://doi.org/10.1109/HRI.2016.7451749>

- Kaufman, J. C., Cole, J. C., & Baer, J. (2009). The construct of creativity: Structural model for self-reported creativity ratings. *The Journal of Creative Behavior*, 43(2), 119–134. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2009.tb01310.x>
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.012>
- Leoste, J., Jögi, L., Öun, T., Pastor, L., San Martín López, J., & Grauberg, I. (2021). Perceptions about the future of integrating emerging technologies into higher education – the case of robotics with artificial intelligence. *Computers*, 10(9), 110. <https://doi.org/10.3390/computers10090110>
- Lin, J. M. C., Yen, L. Y., Yang, M. C., & Chen, C. F. (2005). Teaching computer programming in elementary schools: a pilot study. In *National educational computing conference*.
- Maya, I., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., & Reese, G. (2015). Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. *Computers & Education*, 82, 263-279. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.022>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Ministry of Education and Professional Training (2020). Igualdad en cifras MEFP 2020. *Aulas por la igualdad*. Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- Menekse, M., Higashi, R., Schunn, C. D., & Baehr, E. (2017). The role of robotics teams' collaboration quality on team performance in a robotics tournament. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 564-584. <https://doi.org/10.1002/jee.20178>
- Mitnik, R., Recabarren, M., Nussbaum, M., & Soto, Á. (2009). Collaborative robotic instruction: a graph teaching experience. *Computers & Education*, 53, 330-342. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.010>
- Moreno, J., Robles, G., Román, M., & Rodríguez, J. D. (2019). No es lo mismo: un análisis de red de texto sobre definiciones de pensamiento computacional para estudiar su relación con la programación informática. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. 82, 263–279. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.022>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3).
- Nemiro, J., Larriva, C., & Jawaharlal, M. (2017). Desarrollando el comportamiento creativo en estudiantes de primaria con robótica. *The Journal of Creative Behavior*, 51(1), 70-90. <https://doi.org/10.1002/jocb.87>
- Nussbaum, M. C. (2010). *Sin fines de lucro. Por qué la democracia necesita de las humanidades*. (Rodil, M.V., trad.). Katz.

- OECD. (2015). *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264229945-en>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: niños, computadoras e ideas poderosas*. Libros básicos.
- Relkin, E., de Ruiter, L., & Bers, M. U. (2020). TechCheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4), 482-498. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09831-x>
- Resnick, M. (1993). Kits de construcción de comportamiento. *Comunicaciones de la ACM*, 36(7), 64-71. <https://doi.org/10.1145/159544.159593>
- Rodríguez-Sánchez, M., & Revilla-Rodríguez, P. (2016). Las competencias generales y transversales del Grado en Logopedia desde la perspectiva del alumnado. *Educatio Siglo XXI*, 34(1), 113-136.
- Runco, M. A., & Acar, S. (2012). Divergent thinking as an indicator of creative potential. *Creativity research journal*, 24(1), 66-75. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.652929>
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59-69. <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9082-2>
- Sáez López, J. M., Buceta Otero, R., & Lara García-Cervigón, S. D. (2021). Introducing robotics and block programming in elementary education. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 95-113. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>
- Taylor, M. S., Vasquez, E., & Donehower, C. (2017). Computer Programming with Early Elementary Students with Down Syndrome. *Journal of Special Education Technology*, 32(3), 149-159. <https://doi.org/10.1177/0162643417704439>
- Thuneberg, H. M., Salmi, H. S., & Bogner, F. X. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.003>
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*: UNESCO. Retrieved from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
- Vivas-Fernandez, L., & Sáez-López, J. M. (2019). Integración de la robótica educativa en Educación Primaria. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 18(1), 107-129. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.18.1.107>
- Wannapiroon, N., & Petsangsri, S. (2020). Effects of STEAMification Model in flipped classroom learning environment on creative thinking and creative innovation. *TEM Journal*, 9(4), 1647-1655. <https://doi.org/10.18421/TEM94-42>
- Williams, K., Kapila, V., & Iskander, M. G. (2011). Enriquecer la educación científica K-12 utilizando LEGO. *Conferencia y Exposición Anual de ASEE de 2011* (pp. 622– 630).
- Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127, 267–282. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>

- Yakman, G. (2008). *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education*. (Doctoral thesis, ISTEM Virginia Polytechnic and State University Middle School Technology Education Teacher Pulaski Middle School - Pulaski, VA.)
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 39(6), 1072-1086. <http://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Zamorano-Escalona, T. Z., Cartagena, Y. G., & González, D. R. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: estudios de humanidades y ciencias sociales*, 41.
- Zawieska, K., & Duffy, B. (2015). The social construction of creativity in educational robotics. En R. Szewczyk et al. (Eds.). *Progress in Automation, Robotics and Measuring Techniques. Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 329–338). Springer.

Cómo citar:

- Soto-Solier, P. M., Villena-Soto, V., Molina-Muñoz, D. (2023). Percepciones de los futuros docentes sobre la integración de la robótica creativa en Educación Primaria [Perceptions of future teachers on the inclusion of creative robotics in Primary Education]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 67, 284-314. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.96781>