

Ambientes coeducativos STEM que combinan Robótica Educativa y Pensamiento Computacional

STEM co-educational environments combining Educational Robotics and Computational Thinking

Brenda Karollyn Cruz Rincón^{1,2}, Alicia García-Holgado¹,
 Francisco José García-Peñalvo¹

¹ Universidad de Salamanca, España

² Institución Educativa Ciudad Verde, Colombia

bacruz@ieciudadverde.edu.co , aliciagh@usal.es , fgarcia@usal.es

RESUMEN. El presente artículo de investigación se enfoca en abordar las desigualdades de género en el ámbito educativo, especialmente en las disciplinas STEM, mediante el uso de la robótica educativa y el pensamiento computacional. Para ello se realiza una revisión sistemática de literatura, con el objetivo de analizar tendencias, desafíos y oportunidades en la implementación de estas estrategias en Colombia y su impacto en el cierre de brechas de género. Aunque no se encontró una revisión que sintetice la evidencia de estos temas de manera conjunta, el estudio actual busca llenar ese vacío y contribuir a intervenciones educativas futuras más equitativas.

ABSTRACT. This research article focuses on addressing gender inequalities in education, especially in STEM disciplines, through the use of educational robotics and computational thinking. To this end, a systematic literature review analyzes trends, challenges, and opportunities in implementing these strategies in Colombia and their impact on closing gender gaps. Although no review was found that synthesizes the evidence on these topics together, the current study seeks to fill this gap and contribute to more equitable future educational interventions.

PALABRAS CLAVE: Educación STEM, Robótica educativa, Pensamiento computacional, Brechas de género, Vocaciones científicas.

KEYWORDS: STEM education, Educational robotics, Computational thinking, Gender gaps, Scientific vocations.

1. Introducción

En la actualidad, la equidad de género en el ámbito educativo se posiciona entre los principales objetivos de instituciones y gobiernos en gran parte del mundo. La disparidad persistente entre hombres y mujeres, especialmente en disciplinas relacionadas con la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (CTIM, en inglés STEM por Science, Technology, Engineering and Mathematics), ha motivado la búsqueda de estrategias innovadoras para cerrar estas brechas.

Actualmente, se identifica una imperante necesidad de profesionales cualificados en disciplinas STEM debido a los cambios en las dinámicas sociales que obedecen a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 y 5 (Gómez Gil, 2017), pero también se reconoce una profunda brecha de género subyacente en estas disciplinas en todas las regiones del mundo, incluida Latinoamérica (Arredondo Traperó et al., 2019; García-Peñalvo et al., 2023) y en donde algunas investigaciones como la de Marchionni et al. (2019), posicionan esta situación en la esfera laboral, educativa y familiar (Díaz Martínez, & Simó-Noguera, 2016) al considerar que las creencias culturales existentes en las regiones, los sesgos o prejuicios sociales pueden influenciar las decisiones educativas de las jóvenes (Verdugo-Castro et al., 2023).

Ahora bien, aunque se han hecho grandes esfuerzos por motivar a las jóvenes en el estudio de las disciplinas STEM por medio de la implementación de proyectos como SAGA (acrónimo en inglés de STEM and Gender Advancement) por parte de la UNESCO (UNESCO, 2016) desde el año 2015 al 2018 o el proyecto europeo W-STEM (García-Holgado et al., 2019), entre otros, es imperante aunar esfuerzos desde todos los niveles educativos con el fin de que las vocaciones científicas se empiecen a formar antes de que los estudiantes lleguen a los programas de media vocacional.

El presente artículo se sumerge en la exploración de soluciones efectivas y accesibles mediante cuatro preguntas de investigación para abordar estas desigualdades, centrándose en dos herramientas principalmente como son la robótica educativa y el pensamiento computacional. A partir de la revisión sistemática de literatura planteada en este trabajo, se busca reconocer qué propuestas en el ámbito educativo se están desarrollando en la actualidad para la enseñanza de las disciplinas STEM mediante el uso de estas herramientas en la educación básica secundaria, desde un enfoque coeducativo, para identificar qué prácticas proporcionan los resultados más significativos, en términos de equidad de género, experiencia y accesibilidad en los entornos educativos y así contribuir al diseño de intervenciones más efectivas y equitativas, que beneficie a los estudiantes, estas disciplinas y las vocaciones STEM.

En una búsqueda preliminar no se encontró ninguna revisión sistemática de literatura que reuniera y sintetizara evidencia disponible sobre la robótica educativa y el pensamiento computacional al mismo tiempo, con el fin de proporcionar una visión general y estructurada de la información existente, que analizara y comparara la eficacia de estas dos herramientas en la reducción de las brechas de género en el contexto educativo, que es el objetivo del presente artículo. Además, esta revisión busca evaluar la accesibilidad de cada enfoque para los docentes y estudiantes, reconociendo la importancia de no solo cerrar la brecha de género, sino también de hacerlo de forma inclusiva para todos los actores inmersos en el proceso educativo.

Inicialmente, se trató de identificar revisiones sistemáticas similares en Scopus y en Web of Science (WoS) con el fin de determinar la necesidad de llevar a cabo el presente estudio. De allí se obtuvo como resultado siete investigaciones en la base de datos Scopus, en donde se descartaron cinco de estas debido a que tres corresponden a actas de simposios y las otras dos publicaciones emplean la programación, el pensamiento computacional y/o la robótica, en contextos de alfabetización informática o ciencias de la computación. Respecto a WoS, se identificaron cuatro investigaciones, dos de las cuales se eliminaron por encontrarse duplicadas en la primera base de datos, quedando solo dos trabajos.

De los anteriores trabajos, se destaca en cuanto a género el de Happe et al. (2021) que aborda el bajo interés de las jóvenes en la informática, lo que se suma a la creciente escasez de profesionales en esta área.



En su contenido proporciona a los educadores un mapa comprensivo de veintidós intervenciones específicas, derivadas de once revisiones bibliográficas, para atraer y retener a las mujeres en la enseñanza de esta disciplina, organizadas en seis grupos según su fase y finalidad.

2. Revisión de la literatura

Para llevar a cabo esta revisión sistemática de literatura (SLR, por sus siglas en inglés, Systematic Literature Review), se han seguido los principios y directrices propuestos por Kitchenham et al. (2009) y García-Peñalvo (2022). Este protocolo garantiza la transparencia, reproducibilidad y rigor metodológico en el proceso de revisión sistemática de literatura.

2.1. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación que se responden en la presente revisión sistemática de literatura a partir del análisis de los trabajos seleccionados son:

1. ¿Qué propuestas se han realizado para trabajar la igualdad y/o inclusión a través del pensamiento computacional y la robótica educativa?
2. ¿Qué proyectos o propuestas metodológicas se están impulsando para que el alumnado aprenda robótica y/o pensamiento computacional en básica secundaria? ¿Se han integrado estas propuestas con la metodología STEM?
3. ¿Cómo se ha evaluado el impacto de las propuestas educativas en robótica y desarrollo del pensamiento computacional en la educación secundaria?

Asimismo, para complementar las preguntas de investigación, se realiza un mapeo sistemático mediante un conjunto de preguntas para tener una visión global de los trabajos seleccionados:

- MQ1. ¿Qué tipo de publicaciones son las más habituales en relación con la robótica educativa y el desarrollo del pensamiento computacional en secundaria?
- MQ2. ¿Quiénes son los autores más activos en estos temas?
- MQ3. ¿Qué tipo de propuestas se han utilizado para la generación de ambientes coeducativos de aprendizaje STEM, mediante el uso de la robótica educativa y el desarrollo del pensamiento computacional?
- MQ4. ¿En qué países se han publicado las investigaciones? ¿Qué tipo de publicaciones son las más habituales?
- MQ5. ¿Qué tipo de enfoque siguen para trabajar la igualdad y la inclusión

2.2. Contexto de la revisión

Con el fin de determinar el contexto de la revisión y poder definir criterios, términos de búsqueda y la cadena de búsqueda, se plantea el uso del método PICOC (Petticrew & Roberts, 2005):

- Population (P): pensamiento computacional y robótica educativa en secundaria.
- Intervention (I): propuestas para trabajar la coeducación mediante la implementación del pensamiento computacional y la robótica educativa.
- Comparison (C): sin comparación.
- Outputs (O): estudios, acciones, proyectos de innovación educativa, revisiones de literatura.
- Context (C): educación STEM, brechas de género, vocaciones científicas.

2.3. Criterios de inclusión y exclusión

Para seleccionar adecuadamente los trabajos que responden a las preguntas de investigación, se establecen los siguientes criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1). Los artículos finalmente seleccionados cumplen con todos los criterios de inclusión.

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
IC1: Publicaciones realizadas desde el año 2012 hasta el año 2024 AND	EC1: Publicaciones realizadas antes del año 2012 o después del año 2024 OR
IC2: Publicaciones que plantean acciones específicas (metodologías, cursos, etc.) para incorporar la robótica educativa, el pensamiento computacional y/o la programación en contextos educativos AND	EC2: Publicaciones que no plantean acciones específicas (metodologías, cursos, etc.) para incorporar la robótica educativa, el pensamiento computacional y/o la programación en contextos educativos, o solo se ciñen a la alfabetización informática e ingeniería OR
IC3: Publicaciones que aborden la igualdad e inclusión en contextos educativos en las disciplinas STEM AND	EC3: Publicaciones que no aborden la igualdad e inclusión en contextos educativos en las disciplinas STEM OR
IC4: Publicaciones que estén escritas en inglés o español AND	EC4: Publicaciones que no estén escritas en inglés o español OR
IC5: Publicaciones que sean artículos de revistas, conferencias, libros y capítulos de libros que hayan pasado por un proceso de revisión por pares AND	EC5: Publicaciones que no sean artículos de revistas, conferencias, libros y capítulos de libros o que no hayan pasado por un proceso de revisión por pares o sea el resumen de las actas de un congreso OR
IC6: El trabajo está disponible para su consulta a texto completo	EC6: El trabajo no está disponible para su consulta en texto completo

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión. Fuente: Elaboración propia.

2.4. Criterios de calidad

Con el objetivo de evaluar la fiabilidad y relevancia de los estudios incluidos en la SLR, se emplean los siguientes criterios de calidad (Tabla 2) para garantizar que los estudios incluidos en esta revisión sean rigurosos, estén bien diseñados y proporcionen evidencia sólida que pueda respaldar las conclusiones de esta.

Criterios de Calidad
1. ¿Los objetivos de la investigación abordan cuestiones relacionadas con la igualdad y la inclusión en la educación básica secundaria?
2. ¿El estudio está diseñado para alcanzar dichos objetivos?
3. ¿La propuesta se ha implementado en un contexto real?
4. ¿El documento aporta conclusiones basadas en datos teóricos y/o empíricos, dejando de lado la subjetividad?
5. ¿Se describe algún problema asociado a la investigación realizada?
6. ¿Responde todas las preguntas de investigación de la revisión sistemática adecuadamente?

Tabla 2. Criterios de calidad. Fuente: Elaboración propia.

2.5. Fuentes de búsqueda

Se seleccionaron las bases de datos Scopus y WoS (Tabla 3) debido a que poseen funcionalidad de búsqueda avanzada que permite refinar las investigaciones hechas, permitiendo utilizar la misma cadena de investigación en ambas bases de datos (Codina, 2005; Delgado-López-Cózar & Repiso-Caballero, 2013). Por otro lado, debido al interés en el contexto latinoamericano dentro WoS se va a incluir Scielo y no solo la Core Collection de WoS.

Característica	Scopus	Web of Science
Tipo de base de datos	Base de datos de resúmenes y citas	Base de datos de resúmenes y citas
Cobertura	Amplia, con información actualizada continuamente	Amplia, con información actualizada continuamente
Tipo de contenido	Artículos de revistas, conferencias, patentes, resúmenes de libros	Artículos de revistas, conferencias, libros, patentes, entre otros
Cobertura geográfica	Internacional	Internacional
Indexación	Automática y manual	Manual



Característica	Scopus	Web of Science
Acceso a texto completo	Variable, algunos artículos pueden requerir suscripción o pago	Variable, algunos artículos pueden requerir suscripción o pago
Métricas de citación	Amplias, incluye citas desde diversas fuentes	Amplias, incluye citas desde diversas fuentes
Interfaz de usuario	Intuitiva, con herramientas avanzadas de análisis	Completa, con herramientas avanzadas de análisis
Colaboración y perfiles de autor	Amplias funciones para perfiles de autor, afiliaciones, colaboraciones	Amplias funciones para perfiles de autor, afiliaciones, colaboraciones
Actualización de información	Continua y automática	Continua y automática

Tabla 3. Características de las bases de datos seleccionadas. Fuente: Elaboración propia.

3. Metodología

A partir del PICOC, se elabora la cadena de búsqueda propia de esta investigación teniendo en cuenta la definición del tema (pensamiento computacional, robótica educativa en secundaria, coeducación), los conceptos claves (educación STEM, robótica educativa, pensamiento computacional, brechas de género, vocaciones científicas) y los términos relacionados con cada uno de ellos, el uso de operadores booleanos (AND, OR, NOT) con el fin de combinar o excluir términos, al igual que el uso de comillas en aras de que sea efectiva en los motores de indagación. Se hicieron algunas modificaciones empleando comodines o paréntesis para agrupar y buscar variantes de una palabra, limitadores y filtros disponibles en la plataforma tales como fechas, tipo de documento e idiomas, para refinar los resultados, obteniendo como cadena canónica:

((“educational robotics” OR “robotics” OR “robots” OR “computational thinking” OR “programming” OR “computation” OR “computing”) AND (“secondary education” OR “high school” OR “higher school” OR “high schools”) AND (“gender gap” OR “gender perspective” OR “gender mainstreaming” OR “girls” OR “diversity” OR “inclusion” OR “inclusive education” OR “universal education” OR “education for all” OR “coeducation”))

Al implementar la cadena de búsqueda en Scopus y WoS, se encontraron 698 artículos que fueron descargados en Excel, al detectar los títulos duplicados se eliminaron 174 documentos, quedando 524 artículos. A cada uno se le especificó el nombre, el autor o autores, año de publicación, recurso o nombre de la publicación, tipo de publicación, en qué buscador se localizó y el identificador único y permanente Digital Object Identifier (DOI).

Posteriormente, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión a cada uno de los 524 artículos, para decidir qué estudios serán considerados, evitando así posibles sesgos derivados de la falta de delimitación o de características específicas que deben cumplir los mismos. La información resultante se organizó en una segunda hoja Excel, marcando “YES” al cumplir con todos los criterios de inclusión o “NO” al satisfacer algún criterio de exclusión. De los 524 artículos, se seleccionaron 83 que se sistematizaron en una tercera hoja de Excel, para determinar su adecuación a los criterios de calidad de la investigación.

Cada artículo se calificó con 1 si contesta la pregunta, 0 si no la responde y 0,5 si la responde parcialmente, se seleccionaron documentos con calificación entre 5 a 7 puntos quedando para la fase de filtrado de calidad 59 documentos, para contestar las preguntas de investigación y del mapeo. Con lo anterior, se asegura la coherencia y calidad de la investigación, debido a que se centra en lo más relevante evitando la inclusión de datos que podrían introducir sesgos o limitaciones innecesarias en los resultados, que se presentan en el diagrama PRISMA (Figura 1). En (Cruz Rincón et al., 2024) se detallan los 59 documentos seleccionados para abordar las preguntas del mapeo sistemático y de la investigación en cuestión.

Dentro del marco de esta investigación se han implementado controles metodológicos con el objetivo de

mitigar sesgos desde el diseño del estudio, hasta la recopilación y análisis de los datos aplicando criterios estrictos para asegurar la validez interna y externa de los resultados, garantizando la integridad y fiabilidad de los hallazgos, fortaleciendo así la solidez y credibilidad de estos, aun así debido a que se excluyeron estudios que no sean publicados en inglés y español, existe un sesgo geográfico que debe tenerse en cuenta.

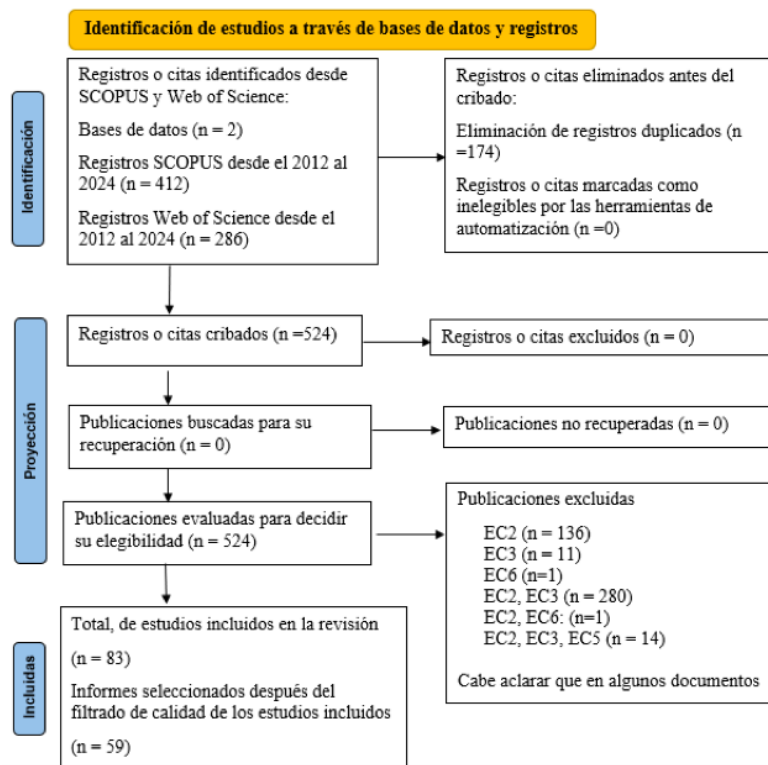


Figura 1. Identificación de estudios a través de bases de datos y registros (<https://d66z.short.gy/FbkFv2>). Fuente: Elaboración propia basada en (Page et al., 2021).

A continuación, se responderán las preguntas del mapeo sistemático, a partir de los 59 artículos seleccionados.

3.1. MQ1. ¿Qué tipo de publicaciones son las más habituales en relación con la robótica educativa y el desarrollo del pensamiento computacional en secundaria?

En cuanto al tipo de publicación, el 50,84% son artículos de revistas (article), el 32,2% corresponden a actas de congresos (proceedings paper) y el 16,94% son documentos de conferencia (conference paper) (Tabla 4).

Tipo de publicación	Cantidad
Artículos	30
Actas de congresos	19
Documentos de Conferencia	10
Total	59

Tabla 4. Tipo de publicación. Fuente: Elaboración propia.

En relación con la cantidad de artículos publicados por año respecto a los 59 documentos seleccionados (Tabla 5), se puede concluir que hubo un aumento en la publicación frente al tema de investigación a partir del año 2016.

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cantidad	3	1	2	1	6	6	4
Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Cantidad	10	7	11	4	2	2	

Tabla 5. Cantidad de artículos publicados por año. Fuente: Elaboración propia.

En relación con las bases de datos en las que se han publicado estos artículos, cabe destacar que la mayoría de ellos están disponibles tanto en WoS, cómo en Scopus; sin embargo, es importante señalar que ocho de estos artículos se encuentran exclusivamente en WoS, mientras que 16 de ellos solo están disponibles en Scopus (Tabla 6).

Documentos presentes en WoS y Scopus	
WoS y Scopus	35
WoS	8
Scopus	16
Total	59

Tabla 6. Cantidad de artículos publicados en las bases de datos WoS y Scopus. Fuente: Elaboración propia.

3.2. MQ2. ¿Quiénes son los autores más activos en estos temas?

En cuanto a los autores más activos en el tema, la mayoría proceden de Estados Unidos, con algunos de ellos destacando por la publicación de varios artículos relacionados con el tema de investigación en cuestión. La Tabla 7 presenta la relación entre los autores y las producciones intelectuales que han contribuido al presente artículo.

Autor	Perfil	País de publicación	Cantidad de Artículos
Gloria Ma	Profesora del Departamento de Ingeniería Mecánica y Tecnología del Instituto Tecnológico Wentworth, Boston, MA	Estados Unidos	4
Jennifer Jenson	Profesora asociada del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Tecnología del Instituto Tecnológico Wentworth, Boston, MA	Estados Unidos	3
Lili Ma	Profesora asociada del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Tecnología del Instituto Tecnológico de Wentworth, Boston, MA	Estados Unidos	3
Suzanne de Castell	Profesor Emérito, Facultad de Educación, Instituto de Tecnología de la Universidad de Ontario y Universidad Simon Fraser	Canadá	2
Lisa Keller	Investigadora de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Würzburg-Schweinfurt, Würzburg, Alemania	Alemania	2
Isabel John	Investigadora de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Würzburg-Schweinfurt, Würzburg, Alemania	Alemania	2
Karen Black	Investigadora de la Universidad de York	Estados Unidos	2
Jiahui Song	Profesora asociada del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Tecnología del Instituto Tecnológico Wentworth, Boston, MA	Estados Unidos	2
Lihui Sun	Facultad de Educación, Universidad Minzu de China, Pekín, China	China	2

Autor	Perfil	País de publicación	Cantidad de Artículos
Linlin Hu	Facultad de Educación, Universidad de Tianjin, Tianjin, China	China	2
Danhua Zhou	Departamento de Educación, Universidad Normal de Pekín, Pekín, China	China	2
Douglas Eric Dow	Profesor del Instituto Tecnológico Wentworth en el Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática, Boston, MA	Estados Unidos	2
Michael Frye	Profesor Asociado de Ingeniería en el Departamento de Ingeniería de la Universidad del Verbo Encarnado, en San Antonio	Estados Unidos	2
Chaoyi Wang	Estudiante internacional de doctorado en la Universidad Incarnate Word	Estados Unidos	2

Tabla 7. Relación de autores y cantidad de artículos publicados por país que hacen parte de esta investigación. Fuente: Elaboración propia.

3.3. MQ3. ¿Qué tipo de propuestas se han utilizado para la generación de ambientes coeducativos de aprendizaje STEM, mediante el uso de la robótica educativa y el desarrollo del pensamiento computacional?

En relación con las estrategias empleadas para establecer entornos educativos coeducativos en el ámbito STEM, se observan diversas iniciativas implementadas tanto dentro como fuera de las aulas (Tabla 8). Algunas de estas iniciativas incorporan la robótica educativa y/o el pensamiento computacional mediante la creación de juegos, aplicaciones o propuestas orientadas a la programación. Por otro lado, otras estrategias consisten en la organización de campamentos y campeonatos donde los estudiantes participan en el diseño de prototipos. En este contexto, la mayoría de estas iniciativas buscan configurar un ambiente de aprendizaje que fomente la participación equitativa de estudiantes de ambos géneros, teniendo en cuenta aspectos sociales y culturales, con el objetivo de promover la igualdad de oportunidades y la inclusión de la mujer en el campo STEM.

Estrategias empleadas por los artículos	Artículos	Cantidad de artículos
Propuestas de aula	(Liebenberg et al., 2012; Rodríguez, 2013; Espino Espino & González González, 2015; Almatzidou & Demetriadis, 2016; Borges Santos et al., 2016; Konak, 2016; Ma & Ma, 2016; Hutchins et al., 2017; Ma & Ma, 2017; Richard & Giri, 2017; Jagiela et al., 2018; Jenson et al., 2018; Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019; Falco & Summers, 2019; Jacobs & Tomasello, 2019; Keller & John, 2019; López Belmonte et al., 2019; Weintrop et al., 2019; Keller & John, 2020; Lee, 2020; Nanavati et al., 2020; Pinkard et al., 2020; Seralidou & Douligeris, 2020; Sousa et al., 2020; Wang et al., 2020; Guggemos, 2021; Jackson et al., 2021; Polat et al., 2021; Song et al., 2021; Sun et al., 2021; Thurner & Sickendiek, 2021; Tsai et al., 2021; Vidal et al., 2021; Sun et al., 2022; van Wassenae et al., 2023; Herrero-Alvarez et al., 2024)	36
Propuestas de aula que incluyen robótica	(Rodríguez, 2013; Almatzidou & Demetriadis, 2016; Borges Santos et al., 2016; Ma & Ma, 2016; Ma & Ma, 2017; Jenson et al., 2018; Jacobs & Tomasello, 2019; Keller & John, 2019; Keller & John, 2020; Sousa et al., 2020; Jackson et al., 2021; Sisman et al., 2021; van Wassenae et al., 2023)	13
Propuestas de aula que incluyen pensamiento computacional	(Liebenberg et al., 2012; Espino Espino & González González, 2015; Konak, 2016; Weintrop et al., 2019; Seralidou & Douligeris, 2020; Wang et al., 2020; Guggemos, 2021; Sun et al., 2021; Tsai et al., 2021; Sun et al., 2022; Herrero-Alvarez et al., 2024)	11
Campamentos y competiciones	(Al-Humoud et al., 2014; Modekurty et al., 2014; Witherspoon et al., 2016; Frye et al., 2018; Jacobs & Tomasello, 2019; Giaroudis et al., 2019; Chiang et al., 2024).	7
Propuestas que incluyen aspectos sociales y culturales	(Hong et al. 2012; Williams et al., 2017; He et al., 2019; Moreira et al. 2019; Pinkard et al., 2020)	5
Uso de juegos y aplicaciones	(Denner et al., 2012; Jenson & Droumeva, 2016; Jenson et al., 2017; MacDowell et al., 2017; Jawad et al., 2018; Steinmaurer et al., 2019; Tuparova et al., 2020; Holenko Dlab & Hoic-Bozic, 2021; Montes et al., 2021; Torres-Torres et al., 2022; Grizioti & Kynigos, 2024)	11

Nota. Algunos de los artículos que hacen parte de esta investigación abordan varias estrategias de forma conjunta.

Tabla 8. Relación de artículos y estrategias empleadas por cada uno. Fuente: Elaboración propia.



3.4. MQ4. ¿En qué países se han publicado las investigaciones? ¿Qué tipo de publicaciones son las más habituales?

En lo que respecta a las publicaciones, Estados Unidos lidera en investigaciones relacionadas con las disciplinas STEM, la robótica educativa y el pensamiento computacional, con un 35,59% del total. Le sigue España con un 10,16%, Grecia con un 6,7%, mientras que Austria, Brasil, China y Alemania ocupan la cuarta posición con un 5,08% cada uno. La Tabla 9 presenta la relación entre los países de las publicaciones y la cantidad de artículos publicados.

País	Cantidad de artículos
Estados Unidos	21
España	6
Grecia	4
Austria, Brasil, China y Alemania	3
Canadá	2
Arabia Saudita, Chile, Bulgaria, Croacia, Costa Rica, Suiza, Turquía, Sudáfrica, Reino Unido, Taiwán, Australia, Indonesia, Países Bajos y Hong Kong	1

Tabla 9. Relación de artículos publicados por país. Fuente: Elaboración propia.

3.5. MQ5. ¿Qué tipo de enfoque siguen para trabajar la igualdad y la inclusión

En cuanto al enfoque utilizado para abordar la igualdad y la inclusión, se observa que algunas investigaciones optan por un enfoque cualitativo en un 49,09%, mientras que otros prefieren un enfoque cuantitativo mixto en un 40%. Además, un 10,09% de los documentos no especifican el enfoque utilizado (Tabla 10).

Enfoque de Investigación	Cantidad de artículos
Cualitativa	27
Cuantitativa Mixta	26
No esta especificado	6
Total	59

Tabla 10. Enfoque de investigación de los artículos. Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

El pensamiento computacional y la robótica educativa son dos habilidades que se consideran importantes para desarrollar en los educandos, debido a los aportes cognitivos que puede generar y los desarrollos tecnológicos que se consiguen potenciar desde allí. Abordar las diferencias de género existentes desde algunas estrategias educativas que buscan el desarrollo de estas habilidades es fundamental, para comprender las disparidades que se presentan. A continuación, se exponen cuatro preguntas de investigación, con sus respectivas respuestas, dadas a partir del análisis de los artículos seleccionados.

4.1. ¿Qué propuestas se han realizado para trabajar la igualdad y/o inclusión a través del pensamiento computacional y la robótica educativa?

En los documentos analizados se aborda la igualdad y/o inclusión a través del desarrollo del pensamiento computacional (Torres-Torres et al., 2022) y/o la robótica educativa (López Belmonte et al., 2019). Sin embargo, las estrategias para avanzar en estos aspectos varían según el entorno de implementación. Aunque

todos coinciden en la subrepresentación de la mujer en campos STEM (Marchionni et al., 2019) y el interés por mejorar su inclusión, es crucial crear espacios educativos innovadores y accesibles para todos los estudiantes, sin importar sus características o género.

En este apartado se analizan las propuestas de aula, incluyendo aquellas que emplean la robótica educativa y el pensamiento computacional. Además, se mencionan aquellas que tienen en cuenta aspectos sociales y culturales, campamentos y campeonatos. Finalmente, se aborda el uso de juegos y aplicaciones digitales como herramientas, que hacen el aprendizaje más interactivo y atractivo.

4.1.1. Propuestas de aula

Autores como Hutchins et al. (2017) se preocupan por evaluar la confianza en lo que a pensamiento computacional respecta, debido a que es un indicador de la comprensión del contenido aplicado a la resolución de problemas, que puede ser complementado por una metodología de participación activa, trabajo colaborativo y habilidades sociales entre estudiantes (López Belmonte et al., 2019), lo que tiene un impacto positivo en la igualdad, la inclusión, la participación y éxito de las mujeres en carreras STEM. Sin embargo, falta más investigación relacionada con esta evaluación y las opciones de carrera que escogen las estudiantes, después de su implementación.

Asimismo, la autoeficacia también puede incidir en las decisiones de carrera de las adolescentes, debido a que los estudiantes actuarán en función de un interés profesional solo en la medida en que crean que pueden realizar las tareas requeridas en una ocupación determinada y no perciban ningún obstáculo social, educativo o familiar abrumador para su éxito (Falco & Summers, 2019) que afecte la motivación hacia las disciplinas STEM (Polat et al., 2021; Lee, 2020).

Existen propuestas que se interesan en la construcción de un plan de estudios que combine el trabajo aplicado en el aula con la instrucción de seguimiento directo o mentoría, para brindar oportunidades de aprendizaje y empoderamiento a grupos subrepresentados, incluidas las niñas (Nanavati et al., 2020). Como resultado, los programas STEM diseñados para estudiantes femeninas de secundaria deben abordar las barreras culturales, la diversidad étnica, socioeconómica y de género, mediante un análisis de la confianza en estas disciplinas y los intereses vocacionales mediante charlas, proyectos prácticos, visitas a empresas, entre otros que las conecte con situaciones reales (Song et al., 2021).

El uso de plataformas escolares (Pinkard et al., 2020) también puede fortalecer la participación de las niñas en prácticas de desarrollo del pensamiento computacional a través de comunidades de aprendizaje. El diseño de interfaces múltiples también apunta a estos aspectos (Richard et al., 2017), al considerar las necesidades de los educandos en la planificación de las actividades, a través de maker-spaces que con sus herramientas revigorizan el interés en STEM, al hacer frente a las inequidades, explorando diseños curriculares que fomenten la creatividad, alienten la cooperación y el interés en los educandos, inspirándolas a considerar carreras científicas y tecnológicas (Vidal et al., 2021).

Por otra parte combinar el arte y la ingeniería para aumentar los niveles de interés, autoconfianza y de pensamiento crítico de las jóvenes en un tema en el que experimenten diariamente como es la música. Mediante la programación (Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019; Jagiela et al., 2018) se las puede alentar también a fomentar el interés en la tecnología que se encuentra presente en una gran variedad de campos y carreras profesionales, permitiendo al profesorado prepararse para afrontar los retos que se presentaran en el mercado laboral, las relaciones sociales y por supuesto la sostenibilidad.

Para finalizar, propuestas asociadas a talleres de moda y compras (Turner & Sickendiek, 2021) se encuentran más enfocadas a reforzar roles y estereotipos de género en las niñas, por considerarse un tema de interés favorito en esta población cuestión que acrecenta la percepción tradicional de las actividades y preferencias “apropiadas” para niñas. Sin embargo, es importante reflexionar sobre cómo estas iniciativas

pueden contribuir a la reproducción de normas de género restrictivas, limitar las opciones y aspiraciones de las jóvenes, perpetuando así desigualdades de género. Es esencial cuestionar y buscar enfoques más inclusivos que fomenten la diversidad de intereses y empoderen a las niñas a explorar una amplia gama de actividades sin una restricción predefinida.

4.1.1.1. Propuestas de aula que incluyen robótica educativa

Existen propuestas que articulan actividades que incrementan el interés de los educandos por la investigación científica y tecnológica, atendiendo a la deserción, inclusión y equidad de género (Borges Santos et al., 2016). Otras en el K-12 (Keller & John, 2019) plantean el uso de robots que necesariamente no sean humanoides o animales, sino exoesqueletos o aquellos que prestan servicios y operan al cuidado de la salud, la interacción social, el entretenimiento, la investigación y la educación (Keller & John, 2020). Asimismo, iniciativas que hacen uso de la robótica en toda la secundaria a través de la programación y el diseño de robots que expresen emociones y personalidades (Ma & Ma, 2016).

Lo importante en estos hallazgos, es que la robótica educativa tiene una amplia aplicación y puede llevar conocimiento a comunidades recónditas (Sousa et al., 2020) o zonas rurales (Rodríguez, 2013) facilitando el acceso para combatir los estereotipos de género, fomentar la inclusión de la mujer en la educación tecnológica y mejorar su participación en las disciplinas STEM, mostrando diferentes formas de utilizar esta área para mejorar la calidad de vida y aumentar el interés por las ciencias exactas.

Ahora bien, los robots blandos son una opción que promueve la inclusión de estudiantes de diferentes géneros en campos de la ingeniería, debido a que las experiencias con estos es comparable a la de la robótica rígida, con la diferencia de que los materiales que usa no son estereotipados por el estudiantado (Jackson et al., 2021), lo que favorece una participación equitativa permitiendo abordar cuestiones relacionadas con la igualdad y la inclusión en la básica secundaria, a partir de la edad y el género, así como su influencia en el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional (Jacobs & Tomasello, 2019).

Por lo anterior, reconocer las barreras y desafíos que enfrentan las estudiantes femeninas permite proponer estrategias (Atmatzidou & Demetriadis, 2016) como la creación de ambientes acogedores, la inclusión de modelos, el desarrollo de planes de estudio que buscan mejorar la actitud de las niñas hacia las disciplinas STEM (van Wassenae et al., 2023) entre otras que les permitan aplicar este conocimiento en proyectos relevantes y significativos que pueden ser implementados en cualquier contexto (Ma & Ma, 2017; Jacobs & Tomasello, 2019), analizando la formación de grupos separados por género van Wassenae et al., 2023) y como esto puede afectar el desempeño y la percepción de las estudiantes en comparación con los grupos mixtos (Jenson et al., 2018) para identificar estrategias que fomenten la igualdad en actividades tecnológicas y mejorar las expectativas de carrera en STEM de los estudiantes participantes.

4.1.1.2. Propuestas de aula que incluyen el pensamiento computacional

El empleo del pensamiento computacional debe ser más equitativo e inclusivo según Espino Espino y González González (2015) debe incorporar ejemplos femeninos relevantes que motive, atraiga y sirva de incentivo a las jóvenes a la hora de cursar y profundizar en estas actividades.

En cuanto a los lenguajes de programación que se pueden emplear durante la implementación del pensamiento computacional en el aula, los basados en bloques pueden ser más relevantes en la promoción de la equidad en la educación STEM (Weintrop et al., 2019) debido a que son más amigables y no se centran tanto en las características del idioma en sí o la experiencia previa del estudiante, sino en como lo percibe y se relaciona con él, a diferencia de los lenguajes serios que las puede hacer sentir incómodas (Konak, 2016) siendo aconsejable abordarle desde ópticas más divertidas e interactivas (Wang et al., 2020) para que no pierdan el entusiasmo por aprender.

Por ende, es importante medir el desarrollo del pensamiento computacional en la educación (Tsai et al.,

2021) a través de las percepciones, interacciones y autoeficacia de los estudiantes con la actividad, atendiendo al género y los diferentes enfoques que se pueden implementar en el aula: conectado, desconectado y la combinación entre estos, dado que se ha demostrado que los estudiantes pueden desarrollar habilidades iguales bajo la guía de métodos de enseñanza apropiados (Sun et al., 2021), a diferencia del impacto que puede generar la modalidad presencial comparada con la modalidad en línea (Herrero-Álvarez et al., 2024), en donde la primera es mejor para formar y retener al estudiantado durante las lecciones, al mantener el interés de los mismos mediante las interacciones humanas que se dan en el aula.

Aspectos como los anteriores influyen en el desarrollo de estas habilidades en conjunto con las dinámicas del hogar, el autoconcepto y el razonamiento de los educandos (Guggemos, 2021). Los hallazgos sugieren que tanto el entorno familiar como el género están fuertemente asociados con estas habilidades, al igual que la cantidad de tiempo dedicado al uso de la computadora y las oportunidades de aprendizaje formales.

La motivación también desempeña un papel crucial, debido a que los estudiantes tienden a pasar más tiempo frente a la computadora intentando resolver problemas cuando están altamente motivados. En cuanto a las actitudes, estas pueden predecir la capacidad del pensamiento computacional y difieren del género o la experiencia de programación, depende de los estudiantes, siendo cruciales para determinar el rendimiento académico, debido a que una actitud positiva estimula el interés que favorece a su vez, la adquisición de conocimientos y habilidades de programación (Sun et al., 2022).

En conclusión, el uso de actividades estructuradas indican que el género de los estudiantes no marca una diferencia en torno a sus conocimientos, habilidades y actitudes hacia el pensamiento computacional (Seralidou & Douligeris, 2020). Además, el trabajo por parejas puede mejorar el disfrute y la motivación, debido al impacto positivo que tiene para ambos géneros, pero especialmente para las estudiantes femeninas, abordando así la brecha de género en las disciplinas STEM al aumentar el interés (Liebenberg et al., 2012).

4.1.2. Campamentos y campeonatos

Los campamentos tienen un fuerte atractivo para las mujeres y desde allí se pueden abordar cuestiones relacionadas con la igualdad y la inclusión en la educación, mediante el pensamiento computacional y la robótica educativa (Al-Humoud et al., 2014; Modekurty et al., 2014) al utilizar la motivación de las niñas para aprender conceptos STEM. Aquí se incluye el trabajo en equipo, la seguridad en sí mismas y el quebranto de los estereotipos de género (Chiang et al., 2024), mediante charlas y proyectos desarrollados por ellas. La evaluación de estos espacios permiten medir el impacto e interés en continuar carreras con enfoque STEM por parte de las niñas (Frye et al., 2018), siendo importante que ellas puedan aprender y experimentar en diferentes contextos.

Este puente entre las niñas y las disciplinas STEM (Witherspoon et al., 2016; Jacobs & Tomasello, 2019) muestra una asociación positiva entre la participación en programación y la motivación para aprender más de esta. Desafortunadamente, en competencias más avanzadas, las niñas se encuentran menos involucradas, incluso después de controlar la experiencia previa en programación.

Estos efectos de género explican la importancia de abordar los desequilibrios desde lo curricular y pedagógico, sugiriendo que las diferencias de género en el rendimiento y las actitudes hacia las disciplinas STEM no son innatas, sino que se desarrollan con el tiempo (Chiang et al., 2024); considerar las características pedagógicas y socioculturales de estos contextos de aprendizaje asociados con el interés, pueden ser predictores confiables de la participación continua de las niñas en estos campos, por lo tanto; identificar como ellas enfrentan las dificultades durante las competencias, la confianza que tienen en sí mismas, como manejan la presión entre equipos, la comunicación asertiva entre los miembros del grupo, el apoyo de los entrenadores y padres de familia, tiene un impacto positivo en la continuidad de las jóvenes y estimula el interés de estudiar alguna disciplina STEM en el futuro.

Los hackáthones también alientan a las adolescentes a seguir carreras STEM, facilitando la familiarización de ellas con estas tecnologías mediante enfoques interdisciplinarios de aprendizaje basado en problemas (Glaroudis et al., 2019), además la enseñanza de la robótica en campamentos o competencias, la hace más accesible y equitativa para todos los estudiantes independientemente de sus habilidades o discapacidades.

4.1.3. Propuestas que incluyen aspectos sociales y culturales

Las interacciones humano-robot, la creación de materiales educativos relevantes, así como la evaluación de los programas para medir el impacto en las estudiantes (Williams et al., 2017) se sitúan en este apartado, debido a que examinan la presencia de las niñas en las disciplinas STEM y su relación con la construcción social (Moreira et al., 2019; He et al., 2019), fomentando que ambos sexos puedan interactuar en igualdad de condiciones en un entorno controlado y neutral, debido a que la timidez al parecer es un índice más crítico, superando incluso al del género dentro de la participación femenina.

El aprendizaje social de las niñas en cursos de tecnología (Hong et al., 2012) identificó que las percepciones y los estereotipos pueden afectar el desempeño de ellas en los procesos cognitivos. Los hallazgos indican que el comportamiento de ellas es más planificado que el de los niños, también que se desempeñan mejor en el diseño de la apariencia de los productos y la gestión de los recursos, dejando entrever que un enfoque de aprendizaje cognitivo social puede promover los intereses de las niñas y mejorar las diferencias de género en el desarrollo de proyectos tecnológicos.

Simultáneamente, los enfoques equitativos para la enseñanza del pensamiento computacional con énfasis en la producción creativa y las conexiones con la comunidad (Pinkard et al., 2020), registran un aumento en el conocimiento de las niñas con y sin experiencias de aprendizaje previas, en donde se vieron fuertemente involucradas en prácticas computacionales de manera que cambiaron o tuvieron nuevas percepciones computacionales sobre sí mismas y la capacidad de dominio que tenían.

4.1.4. Uso de juegos y aplicaciones digitales

Las propuestas basadas en juegos y los juegos multiplataforma (Steinmaurer et al., 2019) tienen el potencial de aumentar la motivación y la confianza en las mujeres, lo que se traduce en una mejora del rendimiento en el aula y una mayor capacidad de aprendizaje; además de ser útiles para evaluar los logros académicos de los estudiantes de manera comparativa, utilizando grupos control y experimentales (Tuparova et al., 2020). Por otro lado, fomenta el interés por seguir participando en la creación de estos (Denner et al., 2012; Montes et al., 2021) ayudando a las niñas a mejorar la autopercepción que tienen frente a sus habilidades informáticas, al igual que la confianza para resolver problemas de programación (Jenson & Droumeva, 2016). Asimismo, estos juegos ofrecen contenidos adaptables para los educadores, quienes tienen la libertad de crear espacios personalizados según las necesidades del estudiantado y hacer seguimiento a las diferencias en el desempeño, en función del género.

La creación de juegos (Jenson et al., 2017) y aplicaciones digitales (MacDowell et al., 2017) es un aspecto relevante porque acercan de forma implícita al estudiantado al pensamiento computacional, logrando influir en las actitudes de ellos hacia la programación, el liderazgo y la comprensión de problemas sociales, al investigar y desarrollar entornos de aprendizaje de tecnología seguros, atractivos y empoderadores para mujeres jóvenes que siembren el interés por STEM, al permitir que las niñas hagan parte de actividades creadoras como una forma de cultivar mentalidades, brindando espacios educativos físicos, virtuales y conceptuales que les apoye a explorar nuevas identidades (Jenson et al., 2017; MacDowell et al., 2017).

Otras estrategias integran el arte, la animación, el código compartido y los juegos constructoristas (Grizioti & Kynigos Chronis, 2024; Jawad et al., 2018; Torres-Torres et al., 2022;) con recursos de fácil acceso en la web, donde los estudiantes pueden aprender cómo escribir un programa, organizar datos a través del juego, diseñarlos, modificarlos, producir ilustraciones y aplicaciones a partir de la codificación; siendo esta una estrategia bastante efectiva en el aprendizaje para adquirir habilidades de pensamiento computacional por

medio de la programación (Holenko Dlab & Hoic-Bozic, 2021) y la ciencia de datos (Grizioti & Kynigos, 2024), con especial atención a las diferencias de género en el rendimiento y la motivación de las personas, para que ambos géneros se involucren en la resolución de problemas del mundo real, sin que se plantee una competencia directa entre el estudiantado.

Considerando lo anterior, es imperante examinar la relación entre las disciplinas STEM, el diseño de juegos y las aplicaciones digitales, en la medida que las estudiantes deseen continuar con esta ruta de aprendizaje, debido a que pueden aprender habilidades importantes y relevantes para el mundo real; por eso también debe considerarse el rol del docente y las barreras que pueden enfrentar estudiantes de diversos orígenes, asegurándose de crear propuestas inclusivas y accesibles para todos, independientemente de su género o raza.

4.2. ¿Qué proyectos o propuestas metodológicas se están impulsando para que el alumnado aprenda robótica y/o pensamiento computacional en básica secundaria? ¿Se han integrado estas propuestas con la metodología STEM?

4.2.1. Estrategias para implementar la Robótica Educativa en el aula

Se han proporcionado a los estudiantes de secundaria experiencias enriquecedoras en STEM a través de la participación en actividades prácticas en estas áreas (Song et al., 2021) incluida la ingeniería, por medio de talleres y actividades para fomentar el interés de las jóvenes, analizando como el entrenamiento en robótica afecta la capacidad espacial y la actitud del estudiantado hacia estas disciplinas (Sisman et al., 2021), con el objetivo de introducir conceptos STEM y alentar a la población a carreras de ciencia (Ma & Ma, 2016).

Lo anterior denota un interés por mejorar la actitud y la desmotivación de los educandos hacia las disciplinas STEM (Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019) mediante enfoques interdisciplinarios o planes de estudio que ayuden a este objetivo (van Wassenae et al., 2023), en donde la robótica (López Belmonte et al., 2019) es utilizada como una herramienta que puede formar profundos intereses universitarios (Moreira et al., 2019; Sousa et al., 2020) a través de propuestas que aborden temas de género y tecnología (Keller & John, 2020) con materiales poco convencionales como el meta reciclaje, con los que se puede construir y programar modelos propios de robots, dejando entrever que elementos considerados residuos pueden ser una fuente de recursos para la construcción de nuevos productos (Borges Santos et al., 2016).

En este sentido, la robótica socialmente sensible (Williams et al., 2017) puede influir en la participación de las niñas a través de la enseñanza de conceptos STEM y programación de robots humanoides, que integrados con la reflexión y conexión con sus comunidades, mejora la participación y el éxito de ellas en esta rama (Ma & Ma, 2017). Estos enfoques aumentan la diversidad de género en la ingeniería a través de materiales flexibles y compatibles (Jackson et al., 2021) que abren una gran cantidad de posibilidades relevantes que son difíciles de lograr con diseños robóticos rígidos; incluso la robótica expresiva es una iniciativa prometedora en la enseñanza de estas habilidades, al igual que la robótica móvil que puede fomentar el aprendizaje en áreas de difícil acceso, mejorando la educación de los estudiantes en distintas regiones.

4.2.2. Estrategias para implementar el pensamiento computacional en el aula

El pensamiento computacional es una herramienta que se puede emplear de la mano con la robótica educativa y las disciplinas STEM, siendo un motivador para las niñas (Liebenberg et al., 2012; Konak, 2016) en donde los lenguajes basados en bloques y texto (Weintrop et al., 2019) son los más efectivos en la enseñanza de estas habilidades, debido a su facilidad de empleo dentro de las aulas para fomentar la orientación profesional y la elección de carreras STEM, por medio de actividades prácticas que les ayuden a comprender como la tecnología se puede implementar en un contexto real (Glaroudis et al., 2019).

Examinar cómo las diferencias de género y edad pueden afectar los niveles de confianza y participación de las mujeres en campos STEM, en el desarrollo del pensamiento computacional (Atmatzidou & Demetriadis,



2016; Espino Espino & González González, 2015; Hutchins et al., 2017) a través de la robótica educativa es imperante, debido a que se ha encontrado que las niñas prefieren estrategias de enseñanza más colaborativas y basadas en proyectos que los niños, quienes prefieren enfoques más individuales y basados en la resolución de problemas.

Lo anterior permite rescatar entornos como “Code Genie” (Jawad et al., 2018), que contribuye a estudiantes que no tienen experiencia previa en esta rama, o iniciativas que fomentan la curiosidad y la creatividad en estos campos (Vidal et al., 2021), además de propuestas extraescolares (Pinkard et al., 2020) que involucran niñas de poblaciones no dominantes de manera equitativa en el campo de la tecnología y propuestas cuyo objetivo es promover el desarrollo nacional a través de la educación de las ciencias computacionales y la ingeniería (He et al., 2019).

Con respecto a las actitudes hacia la programación y el pensamiento computacional, Sun et al. (2022) demostraron mediante un cuestionario que las actitudes positivas hacia la programación se correlacionan con un mayor rendimiento en el pensamiento computacional, cuestión que favorece el abordaje de las posibles barreras de género. Además, la estrategia que emplee el docente para la enseñanza de esta rama puede afectar positiva o negativamente los resultados, siendo el enfoque combinado (conectado y desconectado de forma alterna) la mejor opción (Sun et al., 2021), al igual que la enseñanza bajo modalidad presencial (Herrero-Álvarez et al., 2024). Por otro lado, el uso de escalas para medir el pensamiento computacional puede brindar orientaciones frente a los contextos de resolución de problemas generales y específicos en esta rama del conocimiento (Tsai et al., 2021).

4.2.3. Implementación de campamentos y/o competencias para atraer a las mujeres a campos STEM

Los campamentos son un gran atractivo para las mujeres debido a que utilizan herramientas tecnológicas como App Inventor, LEGO Mindstorm NXT, entre otras (Al-Humoud et al., 2014), en conjunto con la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte, las matemáticas y la programación (Frye et al., 2018). Algunas de estas propuestas se desarrollan mediante planes de estudios estructurados, que buscan fortalecer el interés y la confianza de las jóvenes (Modekurty et al., 2014; van Wassenae et al., 2023) en lo que ha computación y robótica respecta. Sin embargo, es importante observar cómo el género, el interés y la experiencia previa de los educandos influyen en las oportunidades de aprendizaje en estos espacios (Witherspoon et al., 2016; Chiang et al., 2024), al igual que en los makeathon (MacDowell et al., 2017) que centrados en la equidad pueden crear propuestas dirigidas al cambio social y ambiental, al tiempo que desarrollan destrezas como trabajo en equipo y comunicación.

4.2.4. Diseño y creación de juegos para desarrollar el pensamiento computacional

El diseño y la creación de juegos es una estrategia llamativa para los estudiantes, que a su vez potencia el aprendizaje de los principios del pensamiento computacional (Holenko Dlab & Hoic-Bozic, 2021; Jenson & Droumeva, 2016; Jenson et al., 2017; Montes et al., 2021; Seralidou & Douligeris, 2020). Los resultados dejan en evidencia que el estudiantado que emplea este enfoque adquiere estas habilidades más rápido y tiene una mejor comprensión de los conceptos, al encontrarlo más interesante y motivador que el enfoque tradicional, debido a que entiende que se le involucra en la creación de contenidos, en lugar de solo consumirlos.

Otras investigaciones fomentan la participación de las niñas en la ciencia y la tecnología, por medio de la segregación por género en los grupos de diseño de juegos digitales y el éxito en la materia, recopilando información sobre el rendimiento académico, la autoeficacia y la percepción que tienen (Jenson et al., 2018) a través de la programación y la lógica (Denner et al., 2012; Steinmaurer et al., 2019). Evaluar este impacto en la educación secundaria y la existencia de diferencias de logro entre niños y niñas; sugiere que este enfoque

puede ser una forma efectiva para atraer y mantener el interés de ambos géneros, al mejorar el aprendizaje y promover la igualdad en este campo (Tuparova et al., 2020).

Por último, brindar la oportunidad de que el estudiantado pueda modificar las reglas de los juegos desarrolla la oportunidad de analizar, interpretar y modelar datos a partir de la discusión en equipo, para refinar el modelo a través de la experimentación y una visión crítica de sus objetivos (Grizioti & Kynigos, 2024).

4.2.5. Sugerencias generales en robótica educativa y el pensamiento computacional

Abordar el diseño de proyectos tecnológicos aunque estos no se centren específicamente en la robótica educativa o el pensamiento computacional, puede servir ampliamente para fortalecer estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de las disciplinas STEM (Hong et al., 2012) al establecer reglas que fomenten la colaboración, el trabajo en equipo, la capacidad de reconocer y manejar las emociones, mediante la inclusión de todos el estudiantado. Los resultados indican que hay diferencias significativas en la forma en que las personas se involucran en el aprendizaje social cognitivo, donde las mujeres muestran una mayor capacidad para colaborar y trabajar en equipo, mientras que los hombres tienden a ser más individualistas.

Por otro lado, es imperante analizar como la exposición a estos proyectos, ya sea mediante el uso de la robótica educativa o el pensamiento computacional en secundaria tiene relación con la elección de carreras STEM en la universidad para las mujeres (Falco & Summers, 2019; Lee, 2020), donde una relación positiva para ellas puede ser la exposición a estas áreas poco existentes en su entorno familiar o social, en ambientes inclusivos y colaborativos, que pueden ser apoyados por el diseño de interfaces múltiples que involucren diversos estudiantes para una mayor equidad en el aprendizaje, incluso para aquellos con discapacidades (Richard & Giri, 2017).

4.3. ¿Cómo se ha evaluado el impacto de las propuestas educativas en robótica y desarrollo del pensamiento computacional en la educación secundaria?

La importancia de identificar la forma en la que se evalúa el impacto de las propuestas educativas que se han implementado en robótica y en pensamiento computacional durante la educación secundaria permite identificar fortalezas y oportunidades de mejora. Para ello dividiremos este apartado en categorías de análisis teniendo en cuenta 52 de los 59 documentos escogidos, debido a que los otros siete restantes no tienen información explícita de los métodos que emplearon para recolectar la información, como se muestra en la Tabla 11.

Estrategia de Recolección de datos	Artículo	Resumen del Contenido
Encuestas y/o cuestionarios	(Al-Humoud et al., 2014)	Para medir la experiencia lúdica, se utilizó el Gamful Experience Questionnaire "Gamfulquest"
	(Atmatzidou & Demetriadis, 2016)	Para resolver problemas de programación, habilidades de TC y evaluar la opinión
	(Espino Espino & González González, 2015)	Para conocer las opiniones de los profesores, jueces, réferis y voluntarios de la <i>First Lego League</i>
	(Falco & Summers, 2019)	Para conocer las variables de autoeficacia en la decisión de carrera y STEM
	(Frye et al., 2018)	Se realizaron encuestas diarias sobre el programa para evaluar la eficacia de la propuesta miniGEMS
	(Guggemos, 2021)	Para medir las hipótesis planteadas en la propuesta a nivel individual
	(Herrero-Álvarez et al., 2024)	Se diseñó un cuestionario utilizando un formato Likert para confirmar la percepción que tienen los estudiantes sobre la Ciencia de la Computación



(Holenko Dlab & Holc-Bozic, 2021)	Dos cuestionarios, uno preliminar y otro de seguimiento, para medir la satisfacción
(Hutchins et al., 2017)	Las encuestas previas y posteriores analizaron los niveles de confianza en pensamiento computacional
(Jackson et al., 2021)	Se aplicó para conocer la experiencia de diseño de robótica blanda en las niñas
(Jacobs & Tomasello, 2019)	Para medir la opinión de los estudiantes y profesores
(Jagiela et al., 2018)	Los formularios de Google Forms identificaron aspectos como la creatividad, diseño y el arte
(Jenson & Droumeva, 2016)	Encuestas previas y posteriores para medir el desempeño en la construcción de juegos
(Keller & John, 2019)	Para analizar los conceptos del taller
(Keller & John, 2020)	Para evaluar los conceptos del taller e identificar la motivación.
(Konak, 2016)	Encuestas pre y post taller, para medir las mejoras en las habilidades informáticas.
(Ma & Ma, 2016)	Realiza una encuesta para comprender la percepción de los estudiantes frente a los talleres
(Ma & Ma, 2017)	Implementa una encuesta para confirmar el interés del estudiantado en los temas seleccionados
(Moderkurty et al., 2014)	Para evaluar lo que gustaba o no y el nivel de confianza después de participar
(Montes et al., 2021)	Se aplicó el cuestionario Gamfulquest para evaluar la percepción en el estudiantado
(Moreira et al., 2019)	Los cuestionarios midieron la retención de conocimientos específicos, procedimentales y conceptuales del estudiantado
(Nanavati et al., 2020)	Encuestas previas y posteriores para conocer las dinámicas y desafíos de la propuesta
(Rodríguez, 2013)	Se implementaron al final de cada período, para conocer el nivel de satisfacción
(Seralidou & Doulgeris, 2020)	Para evaluar el material de la propuesta educativa, los conocimientos y habilidades
(Sisman et al., 2021)	Pruebas de visualización espacial y rotación mental y cuestionario de actitud hacia las disciplinas STEM
(Song et al., 2021)	Para recopilar información de cada programa implementado
(Sousa et al., 2020)	Para conocer la situación socioeconómica de estudiantes y profesores participantes en el proyecto
(Steinmaurer et al., 2019)	Se utiliza la escala de emoción informática, durante la participación en el juego
(Sun et al., 2021)	Para medir la percepción de los estudiantes durante la programación conectada y desconectada
(Sun et al., 2022)	Para medir los niveles del pensamiento computacional en la propuesta
(Torres-Torres et al., 2022)	Cuestionario llamado "la hora del código-2016", para información demográfica
(Tsai et al., 2021)	Para medir el desarrollo del pensamiento computacional, aspectos sociales y culturales
(van Wassenaer et al., 2023)	Se utilizaron cuestionarios para para medir los cambios en la actitud del estudiantado hacia las materias, estudios y carreras STEM
(Vidal et al., 2021)	Para medir la opinión sobre el curso en general, contenidos, metodología, entre otros
(Wang et al., 2020)	Las encuestas previas y posteriores midieron un curso de programación en Python.
(Williams et al., 2017)	Implementa dos cuestionarios, uno antes y otro después de la encuesta para conocer la comprensión del estudiantado entre la tecnología y la justicia social
(Witherspoon et al., 2016)	Para medir las competencias de robótica de escuelas primarias, intermedias y secundarias

Entrevistas	(Atmatzidou & Demetriadis, 2016)	Se implementaron para comprender las opiniones de los estudiantes, por parte de los investigadores
	(Chiang et al., 2024)	Se utilizaron entrevistas para medir el impacto de la participación en la WRO 2018 de los estudiantes, padres y entrenadores
	(Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019)	Las entrevistas abiertas y semiestructuradas identificaron perfiles, estilos de aprendizaje, entre otros
	(Espino Espino & González González, 2015)	Para analizar el comportamiento de los jóvenes durante la implementación de la propuesta educativa
	(Grizioti & Kynigos, 2024)	Se implementaron entrevistas semiestructuradas para conocer las estrategias que desarrollaron mientras jugaban, la justificación de las elecciones de diseño que hicieron mientras modificaban el juego y la evaluación de los juegos
	(Hong et al., 2012)	Para analizar la capacidad de razonamiento a partir de las diferencias de género en el estudiantado
	(Liebenberg et al., 2012)	Para conocer las percepciones y actitudes de las niñas hacia la programación
	(Moreira et al., 2019)	Para comprender las dificultades en los temas que se abordaron
	(Pinkard et al., 2020)	Para mejorar la comprensión de la percepción del estudiantado durante el proceso de evaluación
	(Richard & Giri, 2017)	Para comprender la colaboración y la inclusión a través de los talleres y los juegos de herramientas
	(Rodríguez, 2013)	Para recopilar datos adicionales sobre el progreso del proyecto
	(Sun et al., 2021)	Para complementar las explicaciones de los y las participantes desde un punto de vista cualitativo
	(Vidal et al., 2021)	Las entrevistas se implementaron para medir la satisfacción del estudiantado con cada actividad
	(Wang et al., 2020)	Para conocer la percepción del estudiantado durante la implementación de la propuesta educativa
Observaciones de clase y/o campo	(Atmatzidou & Demetriadis, 2016)	Para identificar la composición de los grupos de trabajo que, junto con los datos cuantitativos provenientes de los cuestionarios, ayudaron a triangular la información con mayor confiabilidad
	(Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019)	La observación directa permitió analizar las acciones del estudiantado
	(Frye et al., 2018)	Uso de cuadernos de laboratorio
	(Glaroudis et al., 2019)	Observaciones en clase para analizar las posturas del estudiantado frente a la propuesta educativa
	(Grizioti & Kynigos, 2024)	Se observa el desarrollo de las actividades por parte del estudiantado que no pudo capturarse con la grabación de audio/pantalla
	(Hong et al., 2012)	Para monitorear las dinámicas del estudiantado durante los proyectos
	(Moreira et al., 2019)	Para comprender las dificultades del estudiantado frente a los temas trabajados
	(Pinkard et al., 2020)	Notas de campo con fotografías, para identificar las dinámicas del estudiantado
	(Richard & Giri, 2017)	Observaciones para comprender cómo se fomenta la colaboración y la inclusión a través del taller
	(Rodríguez, 2013)	Se hicieron observaciones directas sobre el estudiantado para reconocer su percepción
	(Seralidou & Douligieris, 2020)	Observaciones en el aula para recopilar los comentarios del estudiantado frente a los temas vistos
	(Chiang et al., 2024)	Se empleó el software www.iflyrec.com
	(Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019)	Empleo el análisis cualitativo con el software Atlas.ti
	(Grizioti & Kynigos, 2024)	Se emplea Nvivo para el análisis cualitativo de las entrevistas
	(Guggemos, 2021)	Se usó el software R lavaan 0.6 y Satorra Bentler SB-χ2 para el análisis de datos longitudinales

	(Herrero-Álvarez et al., 2024)	Empleó una prueba Student's t-distribution, una prueba kolmogorov-Smirnov y un test de Pearson
	(Holenko Dlab & Hoic-Bozic, 2021)	Se empleo una prueba de Shapiro-Wilcoxon y una prueba t de una cola para comparar las medias en RStudio
	(Jensen & Droumeva, 2016)	Se utilizó el software Chronolapse
	(Lee, 2020)	Emplea modelos de ecuaciones estructurales multinivel (ML-SEM)
	(Liebenberg et al., 2012)	Se emplea el programa informático ATLAS.ti 5.2
Uso de software especializados	(López Belmonte et al., 2019)	Se emplea el <i>Statistical Package for the Social Sciences</i> (SPSS) v. 22
	(Pinkard et al., 2020)	Se uso el ANOVA de medidas repetidas
	(Polat et al., 2021)	Se utiliza el software <i>Statistical Package for the Social Sciences</i> (SPSS)
	(Seralidou & Douligeris, 2020)	Se utilizó SPSS 24 para una prueba alfa de Cronbach
	(Sisman et al., 2021)	Se uso el software SPSS 21.0 para el análisis de varianza
	(Sousa et al., 2020)	Se hizo uso de tecnologías abiertas (Trello)
	(Sun et al., 2021)	Se usó ANOVA de una vía para la comparación entre grupos. Los análisis se realizaron con SPSS 26.0
	(Sun et al., 2022)	Se empleo AMOS Graphics 26.0 y SPSS 26.0
	(Torres-Torres et al., 2022)	Se empleo el software SPSS (versión 24)
	(Tsai et al., 2021)	Se aplicó un análisis factorial exploratorio utilizando el método de ejes principales con rotación oblimin
	(Tuparova et al., 2020)	RStudio para implementar una prueba de Shapiro-Wilcoxon
	(van Wassenaeer et al., 2023)	Se empleo una prueba de pares emparejados de Wilcoxon
	(Wang et al., 2020)	Se utilizó el programa informático SPSS 24
	(Witherspoon et al., 2016)	Se realiza un estudio ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis y un ANCOVA
Otras estrategias para recopilar información	(Atmatzidou & Demetriadiis, 2016)	Se implemento un protocolo de pensar en voz alta para permitir que el estudiantado describiera en voz alta el proceso que siguen para resolver los problemas que se les plantean
	(Denner et al., 2012)	Adaptan el esquema de codificación basado en los estándares nacionales de tecnología educativa para estudiantes (ISTE) para ser implementado en entornos de programación dirigidos a poblaciones más jóvenes
	(Frye et al., 2018)	Entregan un cuaderno de laboratorio a cada estudiante, para que lleven un registro de sus avances
	(Jackson et al., 2021)	Realizan una prueba retrospectiva al final de las lecciones de robótica para inducir la reflexión en el estudiantado
	(Jenson et al., 2017)	Se desarrollan evaluaciones escritas, redacción de ensayos reflexivos, entre otras
	(Keller & John, 2019)	Escritura de ideas para abrir espacios en donde los y las participantes tuvieran la oportunidad de aportar nuevas ideas
	(Pinkard et al., 2020)	Se usa una evaluación de conocimientos de lápiz y papel al principio y al final del programa para establecer los avances en los conocimientos a lo largo del tiempo
	(Seralidou & Douligeris, 2020)	Realizan una discusión grupal para recopilar más información sobre la propuesta y evaluar cómo la implementación de las actividades afecta la forma en que el estudiantado aprende
	(Tuparova et al., 2020)	Se implementa una evaluación final al terminar la propuesta educativa

(Weintrop et al., 2019)	Se realiza una evaluación de conocimientos sobre preguntas basadas en bloques y en texto escritas
-------------------------	---

Tabla 11. Estrategias utilizadas por las investigaciones para recolectar los datos. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1. Encuestas y/o cuestionarios

Las encuestas y los cuestionarios escritos u online son el primer medio de recolección de información predilecto por las investigaciones. El uso de esta herramienta es variado y depende de los intereses de los autores, por ejemplo, para conocer la tendencia y la percepción de los alumnos sobre la robótica y algunos conceptos relacionados con esta rama del conocimiento (Al-Humoud et al., 2014) o para determinar si hay una relación significativa entre las diferencias de género en la participación, el interés de los participantes y la experiencia previa de los mismos (Espino Espino & González González, 2015; Modekurty et al., 2014; Witherspoon et al., 2016) o reconocer la apariencia de los robots con mayor potencial para motivar a las mujeres a los campos STEM (Keller & John, 2020).

El empleo de encuestas anteriores, posteriores, de seguimiento de carácter abierto o cerrado, permite evaluar los niveles de interés, las actitudes, la percepción de género, el conocimiento del estudiantado, del profesorado, entre otros, después de participar en las propuestas educativas (Holenko Dlab & Hoic-Bozic, 2021; Hutchins et al., 2017; Jagiela et al., 2018; Jenson & Droumeva, 2016; Konak, 2016; Montes et al., 2021; Nanavati et al., 2020; Seralidou & Douligeris, 2020; Song et al., 2021; Sun et al., 2022; Torres-Torres et al., 2022; van Wassenaeer et al., 2023; Wang et al., 2020).

Por otro lado, el uso de encuestas diarias y sumativas ayudan a efectuar un control de calidad y permiten acciones correctivas inmediatas de ser necesario (Frye et al., 2018; Moreira et al. 2019), al recopilar información sobre la situación socioeconómica de estudiantes, profesores, edad, sexo, experiencia en programación, entre otros aspectos (Falco & Summers, 2019; Jackson et al., 2021; Sousa et al., 2020; Tsai et al., 2021).

Por ende, es una herramienta útil para evaluar el resultado de los talleres, las razones de deserción y así mejorar la retención de los estudiantes (Ma & Ma, 2016), identificar el nivel de interés o creencias motivacionales de los alumnos, el apoyo de los padres, la disposición de los materiales, entre otros establecidos en la propuesta educativa (Andrew et al., 2017; Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Ma & Ma, 2017; Rodríguez, 2013; Vidal et al., 2021; Keller & John, 2019).

Por otro lado, también se evidencio el uso esta herramienta de medición en habilidades de pensamiento computacional (Sun et al., 2021, 2022; Herrero-Álvarez et al. 2024). No obstante, otras investigaciones emplean la encuesta para medir la capacidades, al tiempo que la actitud de los niños hacia las STEM (Sisman et al., 2021), las habilidades al resolver problemas (Hutchins et al., 2017), el uso de la sintaxis lógica de la programación (Guggemos, 2021), la participación de los jugadores mientras juegan y las emociones que experimentan (Steinmaurer et al., 2019) o simplemente para evaluar los proyectos construidos por los educandos como producto final de la participación en las propuestas educativas (Jacobs & Tomasello, 2019).

4.3.2. Entrevistas

Las entrevistas fueron el segundo método para recolectar información y en algunos casos sirvió como medio para explorar la definición de los estudiantes sobre elementos robóticos o sus componentes, mejorando la comunicación con el estudiantado más tímido a quienes les cuesta expresar sus opiniones con facilidad (Moreira et al., 2019). Permite recopilar las impresiones del estudiantado después de implementada la propuesta, promoviendo la evolución continua de los programas mediante la mejora de los procesos (Chiang et al., 2024; Richard & Giri, 2017; Vidal et al., 2021).

Es una herramienta que puede brindar información sobre la percepción de los participantes (Chiang et al., 2024; Espino Espino & González González, 2015), las experiencias individuales, la comprensión de los



procesos, materiales didácticos, métodos aplicados, recomendaciones frente a la propuesta (Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Grizioti & Kynigos, 2024; Liebenberg et al., 2012; Pinkard et al., 2020; Rodríguez, 2013; Sun et al., 2021; Wang et al., 2020), entre otros aspectos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, además de identificar los diferentes perfiles, estilos de aprendizaje, posibles deficiencias cognitivas (Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019; Richard & Giri, 2017) o capacidad de razonamiento a partir de las diferencias de género en el estudiantado (Hong et al., 2012).

4.3.3. Observaciones de clase y/o campo

Las observaciones de campo o de clase, son la tercera forma que algunas investigaciones adoptan para recolectar información (Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Glaroudis et al., 2019; Grizioti & Kynigos, 2024; Moreira et al., 2019; Richard & Giri, 2017; Rodríguez, 2013) frente a como el diseño de proyectos (Hong et al., 2012) puede contribuir a examinar las diferencias de género desde su montaje hasta su entrega final.

Por otro lado, se pueden considerar las notas sobre las lecciones y las preguntas del estudiantado en la observación de clase (Moreira et al., 2019), al igual que las retroalimentaciones posteriores que hacia el maestro, el uso de cuadernos de laboratorio (Frye et al., 2018), la observación de entornos en línea (Pinkard et al., 2020) para documentar la actividad e interacciones que tenían con las propuesta educativa y las observaciones semiestructuradas enfocadas en el interés y la emoción del estudiantado durante el proceso de creación de un juego (Seralidou & Douligeris, 2020) son igual de útiles.

Las observaciones de campo también brindan datos sobre el uso de las herramientas en las actividades prácticas (Glaroudis et al., 2019). Permiten comprender la colaboración y la inclusión a través del taller y los juegos de herramientas (Richard & Giri, 2017), al igual que el registro de las actividades diarias y su desarrollo por parte del estudiantado y el profesorado (Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019).

4.3.4. Uso de software especializados

En algunas investigaciones se emplearon software especializados tanto para recopilar como para analizar la información (Chiang et al., 2024; Herrero-Álvarez et al., 2024; Polat et al., 2021; Torres-Torres et al., 2022; van Wassenae et al., 2023). Concretamente, el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v. 22 para la comparación de variables de la prueba Chi-cuadrado (χ^2) y V de Cramer (Vcramer) (López Belmonte et al., 2019), RStudio para analizar los datos y realizar la comparación de muestras, prueba de Shapiro-Wilcoxon y una prueba t de una cola para comparar las medias (Holenko Dlab & Hoic-Bozic, 2021; Tuparova et al., 2020).

El programa Trello para la gestión de proyectos y tareas por equipos de trabajo (Sousa et al., 2020), el uso de AMOS Graphics 26.0 y SPSS 26.0 (Sun et al., 2022) para hacer análisis factoriales exploratorios. El programa informático SPSS 24 para calcular los coeficientes alfa de Cronbach (Seralidou & Douligeris, 2020; Wang et al., 2020). Análisis de varianza ANOVA y ANCOVA (Pinkard et al., 2020; Sisman et al., 2021; Sun et al., 2021; Witherspoon et al., 2016) y modelos de ecuaciones estructurales multinivel (ML-SEM) (Lee, 2020).

Jennifer y Droumeva (2016) emplean el software Chronolapse para medir cuánto y qué tipo de ayuda recibían los participantes de los investigadores. Grizioti y Kynigosel (2024) se decantan por el uso de Nvivo para el análisis cualitativo de los datos de la entrevista y la encuesta, otros autores se decantan por Atlas.ti para este análisis cualitativo (Díaz-Lauzurica & Moreno-Salinas, 2019; Liebenberg et al., 2012). Tsai et al. (2021) realizan los análisis factoriales exploratorios mediante la rotación oblimin. En el caso de Guggemos (2012) emplea R lavaan 0.6 y Satorra Bentler: $SB-\chi^2$ para el análisis de datos longitudinales.

4.3.5. Otras estrategias empleadas para recopilar información

En algunas investigaciones se emplearon diversas estrategias para recoger datos de la población participante en las propuestas educativas. Por ejemplo, el protocolo de pensar en voz alta, asignándole a

personas concretas una determinada tarea de programación de robots y luego que describieran en voz alta el proceso que seguirían para resolverla, rúbricas de evaluación (Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Keller y John (2019) se decantan por la escritura de ideas.

Las evaluaciones también son otra estrategia para recoger información acerca de los conocimientos de los participantes al principio y al final del programa (Jenson et al., 2017; Pinkard et al., 2020; Tuparova et al., 2020; Weintrop et al. 2019). En este sentido, Jackson et al. (2021) realizan una prueba retrospectiva al final de las lecciones de robótica para inducir la reflexión en el estudiantado. Seralidou y Douligeris (2020) llevan a cabo una discusión grupal para recopilar más información sobre la propuesta y evaluar cómo la implementación de las actividades afecta la forma en que el estudiantado aprende. Denner et al. (2012) adaptan el esquema de codificación basado en los estándares nacionales de tecnología educativa para estudiantes de ISTE (NETS*S) para ser implementado en entornos de programación dirigidos a poblaciones más jóvenes.

Frye et al. (2018) entregan un cuaderno de laboratorio a cada estudiante para que llevara un registro de sus avances.

5. Conclusiones

En este estudio se exploran diversas propuestas y enfoques destinados a fomentar la igualdad y la inclusión a través del pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa. Entre las propuestas destacadas se encuentran aquellas que incorporan programas de alfabetización computacional basados en juegos, diseñados para evaluar los logros de aprendizaje y estimular el interés tanto en niñas como en niños. Asimismo, se resaltan las iniciativas que subrayan la importancia de desarrollar modelos de planes de estudio que integren el trabajo aplicado con la instrucción directa o la mentoría, sobre todo en las niñas.

Se han identificado talleres que combinan tecnología musical y codificación, programas que están diseñados específicamente para estudiantes femeninas y proyectos que buscan fortalecer su participación activa en estos campos. También se deja en evidencia los desafíos vinculados a las dinámicas de género en cursos dirigidos al fortalecimiento de la ingeniería, donde la falta de experiencia previa y la baja autoeficacia pueden impactar la motivación de las mujeres en estas disciplinas.

Lo anterior denota la influencia de la autoeficacia en las decisiones vocacionales de niñas y adolescentes, debido a que las experiencias de aprendizaje interactúan con diversos factores, como las características personales, el entorno, el género y el respaldo social, influenciando así las elecciones profesionales que realizarán en el futuro. No obstante, se plantea la necesidad de cuestionar enfoques que refuerzan estereotipos de género arraigados y que puedan restringir las opciones y aspiraciones de las mujeres.

Por otro lado, los campamentos y competiciones estimulan el interés de las niñas en la comprensión de los conceptos clave de estas disciplinas mediante planes de estudios diseñados para fomentar habilidades como el trabajo en equipo, el liderazgo y la superación de estereotipos de género. Además, son puente para que las niñas ingresen a estos campos, debido a la motivación de estas experiencias adicionales en programación. Aun así, es de suma importancia abordar los desequilibrios de género que pueden surgir dentro de estas propuestas curriculares, el tipo de evento y las dinámicas propias de cada uno de los equipos participantes con el fin de hacerla más accesible y equitativa para todos los estudiantes participantes.

En lo que a la dimensión social y cultural respecta, estas dimensiones juegan un papel crucial en el estímulo de la participación femenina porque se centran en la interacción entre la programación de robots humanoides y una pedagogía culturalmente receptiva, donde las tutoras mujeres pueden ejercer una influencia poderosa en las niñas. Las iniciativas como las aulas virtuales no solo contribuyen a impulsar la igualdad de oportunidades, sino que también pueden lograr la inclusión de estudiantes provenientes de diversos trasfondos y culturas en el ámbito de las disciplinas STEM, al cohesionar a toda una comunidad educativa con el objetivo compartido de forjar un futuro más equitativo y sostenible.



En cuanto a los juegos digitales y el desarrollo de aplicaciones, estos acercan a los estudiantes al pensamiento computacional y a la igualdad de género en STEM, mediante aplicaciones enfocadas en la equidad y la justicia social de estudiantes de diversos grupos étnicos y socioeconómicos, influyendo positivamente sus actitudes hacia la programación y liderazgo. Por otro lado, entornos de aprendizaje como “code genie” (Jawad et al., 2018) facilitan al estudiantado de secundaria el aprendizaje de la programación mediante la integración del arte, la animación y el código compartido, prestando especial atención a las diferencias de género en el rendimiento y la motivación de los estudiantes. Las investigaciones que tienen esta línea de trabajo resaltan la importancia de explorar detenidamente la relación entre las disciplinas STEM, el diseño de juegos y aplicaciones digitales, en torno al impacto que tienen en el aprendizaje de los estudiantes, debido a que es una propuesta inclusiva y accesible para los jóvenes, independientemente de su género o raza.

Respecto a las estrategias para incorporar la robótica educativa en el entorno escolar, se resaltan investigaciones que evalúan los efectos de esta área sobre la capacidad espacial y la actitud hacia las disciplinas STEM, mediante la implementación de talleres y actividades prácticas. Así mismo, se ha examinado cómo puede influir positivamente en la actitud y contrarrestar la desmotivación de los estudiantes, con el propósito de estimular su interés en graduarse y asistir a la Universidad.

También se identifica enfoques innovadores que incluyen la robótica socialmente sensible, como se evidencia en el trabajo de Williams et al. (2017), la robótica suave y expresiva, tal como se explora en (Jackson et al., 2021) y la robótica móvil, según lo investigado por Rodríguez (2013). Enfoques que no solo coinciden en la participación de las niñas en la escuela intermedia, sino que también posibilitan el análisis de la retención de las estudiantes femeninas en estos programas, demostrando la versatilidad de esta disciplina para abordar diversos objetivos en diferentes contextos educativos.

Dentro de las estrategias para implementar el pensamiento computacional y/o la programación en el aula, algunas investigaciones analizan cómo el aprendizaje está relacionado con el tipo de lenguaje que se emplea. Se destaca que el lenguaje en bloques resulta más llamativo que el lenguaje en texto para la efectividad de la enseñanza. Estrategias como talleres de tecnología musical y programación dirigida, así como cursos de introducción a la programación con robots, puede aumentar la proporción de mujeres en las disciplinas STEM. Además, programas específicos para enseñar programación, como Python, seguido de un aprendizaje basado en proyectos y actividades interactivas permiten incrementar el interés y la confianza de las mujeres.

El diseño, creación y modificación de juegos es una estrategia atractiva para aprender programación, que ha demostrado mejoras en el conocimiento y habilidades adquiridas por parte del estudiantado, donde se destaca una comprensión más sólida de los conceptos en comparación con el enfoque tradicional, permitiendo analizar la segregación por género en grupos de estudiantes, la autoeficacia y el impacto del aprendizaje en hombres y mujeres. Lo anterior sugiere que el enfoque basado en juegos puede ser efectivo para atraer y mantener el interés de ambos géneros, siendo una estrategia para mejorar el aprendizaje y promover la igualdad en la educación secundaria.

En cuanto a la forma en que las investigaciones llevan a cabo la recolección de información, se observa que las encuestas y cuestionarios son la primera opción debido a su versatilidad. Pueden utilizarse previamente, posteriormente a la implementación de la propuesta, de manera diaria o sumativa, para medir aspectos como el interés, la percepción de género, el conocimiento en las disciplinas STEM, evalúa las habilidades de pensamiento computacional y analizar los resultados de los proyectos implementados con los estudiantes.

Las entrevistas fueron el segundo método más utilizado, ya que son efectivas para explorar la definición que el estudiantado tiene sobre elementos robóticos, recopilar impresiones después de la implementación de propuestas y obtener información sobre experiencias individuales. Las observaciones de campo también posibilitaron analizar su comportamiento durante las actividades prácticas. Además, el uso de cuadernos de laboratorio permite comprender conceptos y recopilar datos durante la implementación de las propuestas educativas.

Una limitación de la presente investigación es que, aunque se destaca la importancia de la autoeficacia y las experiencias de aprendizaje, no se ha analizado en profundidad cómo estos factores interactúan con otros, como por ejemplo el respaldo social, debido a que este elemento puede ser tema de otra línea de investigación futura. Tampoco se ha abordado en profundidad los desafíos relacionados con la falta de experiencia previa y la baja autoeficacia en los cursos de ingeniería, puesto que este trabajo se enfoca en la educación básica secundaria. Además, no se ha indagado en profundidad si los efectos observados durante la implementación de las propuestas educativas aquí mencionadas son sostenibles a largo plazo, puesto que solo se ha analizado el respectivo artículo con los datos presentados a la fecha de su publicación. Una perspectiva temporal más amplia sobre la perdurabilidad de los impactos positivos de las investigaciones aquí tenidas en cuenta puede ser elemento de otra línea de exploración, debido a que la efectividad de las estrategias puede variar según la ubicación.

Dentro de los sesgos identificados a partir de las limitaciones del trabajo, se resalta un sesgo geográfico debido a la falta de contexto de algunas de las investigaciones, que puede llevar a no considerar las variaciones en la efectividad de las estrategias en diferentes entornos educativos. Otro sesgo, se relaciona con la duración de la propuesta educativa y la sostenibilidad de esta a largo plazo, debido a que sin esta perspectiva temporal es difícil evaluar la estabilidad de los impactos positivos observados al momento de recepción del artículo. Lo anterior va de la mano con la variabilidad en los sistemas educativos, que puede afectar la aplicabilidad de las estrategias en entornos diversos.

Finalmente, es importante destacar la necesidad de crear ambientes inclusivos y colaborativos en la educación, así como generar el diseño de diferentes propuestas que permitan involucrar a diversas personas, promoviendo la equidad en el aprendizaje. También se debe tener en cuenta que estas propuestas pedagógicas no fortalezcan los estereotipos de género que se consideran “apropiados” para las mujeres, permitiendo que ellas también interactúen con el material y con el grupo de trabajo a través de la experimentación de los roles que puedan adquirir dentro del desarrollo en la propuesta educativa.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Cruz Rincón, B. K.; García-Holgado, A.; García-Peñalvo, F. J. (2025). Ambientes coeducativos STEM que combinan Robótica Educativa y Pensamiento Computacional. *Campus Virtuales*, 14(1), 215-241. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1599>

Referencias

- Al-Humoud, S.; Al-Khalifa, H. S.; Al-Razgan, M.; Alfaries, A. (2014). Using App Inventor and LEGO mindstorm NXT in a summer camp to attract high school girls to computing fields. In 2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (Istanbul, Turkey, 3-5 April 2014) (pp. 173-177). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2014.6826086>.
- Arredondo Traperó, F. G.; Vázquez Parra, J. C.; Velázquez Sánchez, L. M. (2019). STEM and gender gap in Latin America. *Revista de El Colegio de San Luis*, 9(18), 137-158.
- Atmatzidou, S.; Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>.
- Borges Santos, C.; Ferreira, D. J.; Borim do Nascimento Rodrigues de Souza, M. C.; Rodrigues Martins, A. (2016). Robotics and programming: Attracting girls to technology. In 2016 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI) (Jaipur, India, 21-24 Sept. 2016) (pp. 2052-2056). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICACCI.2016.7732353>.
- Chiang, F.-K.; Tang, Z.; Zhu, D.; Bao, X. (2024). Gender disparity in STEM education: A survey research on girl participants in World Robot Olympiad. *International Journal of Technology and Design Education*, 34(2), 629-646. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09830-0>.

- Codina, L. (2005). Scopus: El mayor navegador científico de la web. *El Profesional de La Informacion*, 14(1), 44-49. <https://doi.org/10.3145/epi.2005.feb.07>.
- Cruz Rincón, B. K.; García-Holgado, A.; García-Peñalvo, F. J. (2024). Dataset para el estudio "Ambientes coeducativos STEM que combinan robótica educativa y pensamiento computacional". Documentos Seleccionados en la Investigación. [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13830441>.
- Delgado-López-Cózar, E.; Repiso-Caballero, R. (2013). The impact of scientific journals of communication: Comparing Google Scholar Metrics, Web of Science and Scopus. *Comunicar*, 41, 45-52. <https://doi.org/10.3916/C41-2013-04>.
- Denner, J.; Werner, L.; Ortiz, E. (2012). Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts? *Computers and Education*, 58(1), 240-249. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.006>.
- Díaz-Lauzurica, B.; Moreno-Salinas, D. (2019). Computational thinking and robotics: A teaching experience in compulsory secondary education with students with high degree of apathy and demotivation. *Sustainability*, 11(18), 5109. <https://doi.org/10.3390/su11185109>.
- Díaz Martínez, C.; Simó-Noguera, C. X. (2016). Brecha salarial y brecha de cuidados. *Tirant lo Blanch*.
- Espino Espino, E. E.; González González, C. S. (2015). Estudio sobre diferencias de género en las competencias y las estrategias educativas para el desarrollo del pensamiento computacional. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (46).
- Falco, L. D.; Summers, J. J. (2019). Improving Career Decision Self-Efficacy and STEM Self-Efficacy in High School Girls: Evaluation of an Intervention. *Journal of Career Development*, 46(1), 62-76. <https://doi.org/10.1177/0894845317721651>.
- Frye, M.; Wang, C.; Nair, S. C.; Burns, Y. C. (2018). MiniGEMS STEAM and Programming Camp for Middle School Girls. CoNECD 2018 - Collaborative Network for Engineering and Computing Diversity Conference. American Society for Engineering Education. <https://doi.org/10.18260/1-2--29553>.
- García-Holgado, A.; Camacho Díaz, A.; García-Peñalvo, F. J. (2019). Engaging women into STEM in Latin America: W-STEM project. In M. Á. Conde-González, F. J. Rodríguez-Sedano, C. Fernández-Llamas, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (Leon, Spain, October 16th-18th, 2019) (pp. 232-239). ACM. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362902>.
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Developing robust state-of-the-art reports: Systematic Literature Reviews. *Education in the Knowledge Society*, 23, e28600. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>.
- García-Peñalvo, F. J.; Domínguez, Á.; Zavala, G.; García-Holgado, A.; Alarcón, H. (Eds.). (2023). *Mujeres en la educación universitaria de ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas. Atracción, acceso y acompañamiento para reducir la brecha de género en Hispanoamérica*. Octaedro.
- Glaroudis, D.; Iossifides, A.; Spyropoulou, N.; Zaharakis, I. D.; Kameas, A. D. (2019). STEM Learning and Career Orientation via IoT Hands-on Activities in Secondary Education. In 2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops) (Kyoto, Japan, 11-15 March 2019) (pp. 480-485). IEEE. <https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2019.8730759>.
- Gómez Gil, C. (2017). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): Una revisión crítica. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, (140), 107-118.
- Graffin, M.; Sheffield, R.; Koul, R. (2022). 'More than Robots': Reviewing the Impact of the FIRST® LEGO® League Challenge Robotics Competition on School Students' STEM Attitudes, Learning, and Twenty-First Century Skill Development. *Journal for STEM Education Research*, 5(3), 322-343. <https://doi.org/10.1007/s41979-022-00078-2>.
- Grizioti, M.; Kynigos, C. (2024). Integrating Computational Thinking and Data Science: The Case of Modding Classification Games. *Informatics in Education*, 23(1), 101-124. <https://doi.org/10.15388/infedu.2024.03>.
- Guggemos, J. (2021). On the predictors of computational thinking and its growth at the high-school level. *Computers and Education*, 161, 104060. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104060>.
- Happe, L.; Buhnova, B.; Koziolok, A.; Wagner, I. (2021). Effective measures to foster girls' interest in secondary computer science education: A Literature Review. *Education and Information Technologies*, 26(3), 2811-2829. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10379-x>.
- He, J. S.; Bobbie, P. O.; Han, M. (2019). A Community-based Computational and Engineering Sciences Initiative toward National Development (COESIND). In 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (Covington, KY, USA, 16-19 Oct. 2019). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028640>.
- Herrero-Álvarez, R.; León, C.; Miranda, G.; Segredo, E. (2024). Training future engineers: Integrating Computational Thinking and effective learning methodologies into education. *Computer Applications in Engineering Education*, 32(3), e22723. <https://doi.org/10.1002/cae.22723>.
- Holenko Dlab, M.; Hoic-Bozic, N. (2021). Effectiveness of game development-based learning for acquiring programming skills in lower secondary education in Croatia. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4433-4456. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10471-w>.
- Hong, J. C.; Hwang, M. Y.; Wong, W. T.; Lin, H. C.; Yau, C. M. (2012). Gender differences in social cognitive learning at a technological project design. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(4), 451-472. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9152-x>.
- Hutchins, N. M.; Zhang, N.; Biswas, G. (2017). The role gender differences in computational thinking confidence levels plays in stem applications. In *Proceedings of the International Conference on Computational Thinking Education (CTE'17)*. The Education University of Hong Kong, Hong Kong (pp. 34-38).
- Jackson, A.; Mentzer, N.; Kramer-Bottiglio, R. (2021). Increasing gender diversity in engineering using soft robotics. *Journal of Engineering Education*, 110(1), 143-160. <https://doi.org/10.1002/jee.20378>.
- Jacobs, N.; Tomasello, H. (2019). Evaluating the Effectiveness of a STEaM Training Project by identifying the Features that resonate with

- Different Student Groupings. In 2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC) (Princeton, NJ, USA, 6 March 2019) (pp. 230-234). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2019.8882006>.
- Jagiela, A.; Laleman, J.; Huschka, P.; Besser, D.; Thomas, A. M. (2018). Developing and assessing a music technology and coding workshop for young women. 2018 ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. American Society for Engineering Education. <https://doi.org/10.18260/1-2--30302>.
- Jawad, H. M.; Laski-Smith, D.; Tout, S. (2018). The Code Genie Programming Environment. In 2018 IEEE International Conference on Electro/Information Technology (EIT) (Rochester, MI, USA, 3-5 May 2018) (pp. 0163-0168). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EIT.2018.8500194>.
- Jenson, J.; Black, K. R.; De Castel, S. (2017). Designing, Tinkering and Making: Implementing Digital Games in Classroom Contexts. In Proceedings of the 11th European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2017 (pp. 294-300).
- Jenson, J.; Black, K.; De Castel, S. (2018). Digital Game-Design: Effects of Single Sex Groups on Student Success. In Proceedings of the 12th European Conference on Game-Based Learning, ECGBL 2018 (pp. 266-273).
- Jenson, J.; Droumeva, M. (2016). Exploring media literacy and computational thinking: A game maker curriculum study. *Electronic Journal of E-Learning*, 14(2), 111-121.
- Keller, L.; John, I. (2019). How Can Computer Science Faculties Increase the Proportion of Women in Computer Science by Using Robots? In 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (Dubai, United Arab Emirates, 8-11 April 2019) (pp. 206-210). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725212>.
- Keller, L.; John, I. (2020). Motivating female students for computer science by means of robot workshops. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 10(1), 94-108. <https://doi.org/10.3991/ijep.v10i1.11661>.
- Kitchenham, B.; Brereton, O. P.; Budgen, D.; Turner, M.; Bailey, J.; Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51, 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>.
- Konak, J. (2016). Programming for girls. In 2016 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC) (Princeton, NJ, USA, 5 March 2016) (pp. 83-85). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2016.7457560>.
- Lee, A. (2020). The Association Between Female Students' Computer Science Education and STEM Major Selection: Multilevel Structural Equation Modeling. *Computers in the Schools*, 37(1), 17-39. <https://doi.org/10.1080/07380569.2020.1720553>.
- Liebenberg, J.; Mentz, E.; Breed, B. (2012). Pair programming and secondary school girls' enjoyment of programming and the subject Information Technology (IT). *Computer Science Education*, 22(3), 219-236. <https://doi.org/10.1080/08993408.2012.713180>.
- López Belmonte, J.; Pozo Sánchez, S.; Vicente Bújez, M. R.; Díaz Mohedo, M. T. (2019). Herramientas robóticas para la dinamización de nuevos espacios educativos. *Campus Virtuales*, 8(1), 63-73.
- Marchionni, M.; Gasparini, L.; Edo, M. (2019). Brechas de género en América Latina. Un estado de la situación. CAF.
- Ma, G.; Ma, L. (2016). Lessons learned from a high school robotics workshop. 2016 ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. American Society for Engineering Education. <https://doi.org/10.18260/p.25549>.
- Ma, G.; Ma, L. (2017). Retaining female students in a robotics program. 2017 ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. American Society for Engineering Education. <https://doi.org/10.18260/1-2--28802>.
- MacDowell, P.; Ralph, R.; Ng, D. (2017). App Making for Pro-Social and Environmental Change at an Equity-Oriented Makeathon. In FabLearn '17: Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education (Stanford, CA, USA, October 21 - 22, 2017) (Article 7). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3141798.3141806>.
- Modekurty, S.; Fong, J.; Cheng, H. H. (2014). C-STEM girls computing and robotics leadership camp. 2014 ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. American Society for Engineering Education. <https://doi.org/10.18260/1-2--20141>.
- Montes, H.; Hijiñ-Neira, R.; Pérez-Marín, D.; Montes, S. (2021). Using an Online Serious Game to Teach Basic Programming Concepts and Facilitate Gameful Experiences for High School Students. *IEEE Access*, 9, 12567-12578. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3049690>.
- Moreira, M.; Baptista, R.; Oliveira, C.; Bernardes, M. (2019). Robotics Teaching and Tools to Promote Better Didactic in Public High-Schools. In 2019 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2019 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2019 Workshop on Robotics in Education (WRE) (Rio Grande, Brazil, 23-25 Oct. 2019) (pp. 492-497). IEEE. <https://doi.org/10.1109/LARS-SBR-WRE48964.2019.00093>.
- Nanavati, A.; Owens, A.; Stehlik, M. (2020). Pythons and Martians and Finches, Oh My! Lessons Learned from a Mandatory 8th Grade Python Class. In SIGCSE '20: Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (Portland, OR, USA, March 11 - 14, 2020) (pp. 811-817). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3328778.3366906>.
- Page, M. J.; McKenzie, J. E.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T. C.; Mulrow, C. D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J. M.; Akl, E. A.; Brennan, S. E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J. M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M. M.; Li, T.; Loder, E. W.; Mayo-Wilson, E.; McDonald, S.; McGuinness, L. A.; Stewart, L. A.; Thomas, J.; Tricco, A. C.; Welch, V. A.; Whiting, P.; Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.
- Petticrew, M.; Roberts, H. (2005). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons.
- Pinkard, N.; Martin, C. K.; Erete, S. (2020). Equitable approaches: opportunities for computational thinking with emphasis on creative production and connections to community. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 347-361. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636070>.
- Polat, E.; Hopcan, S.; Kucuk, S.; Sisman, B. (2021). A comprehensive assessment of secondary school students' computational thinking skills. *British Journal of Educational Technology*, 52(5), 1965-1980. <https://doi.org/10.1111/bjet.13092>.
- Richard, G.; Giri, S. (2017). Inclusive Collaborative Learning with Multi-Interface Design: Implications for Diverse and Equitable Makerspace Education. In B. K. Smith, M. Borge, E. Mercier, & K. Y. Lim (Eds.), *Making a Difference: Prioritizing Equity and Access in*

- CSCL, 12th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) 2017, (Volume 1, pp 415-422). International Society of the Learning Sciences.
- Rodríguez, A. (2013). Learning by teaching robotics with mobile devices in rural areas. In *International Conference on Information Society (i-Society 2013)* (Toronto, ON, Canada, 24-26 June 2013) (pp. 117-122). IEEE.
- Seralidou, E.; Douligeris, C. (2021). Learning programming by creating games through the use of structured activities in secondary education in Greece. *Education and Information Technologies*, 26(1), 859-898. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10255-8>.
- Sisman, B.; Kucuk, S.; Yaman, Y. (2021). The Effects of Robotics Training on Children's Spatial Ability and Attitude Toward STEM. *International Journal of Social Robotics*, 13(2), 379-389. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00646-9>.
- Song, J.; Ma, G.; Dow, D. E. (2021). STEM Program for Female Students. 2021 ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. American Society for Engineering Education. <https://doi.org/10.18260/1-2-37727>.
- Sousa, L. L.; Coimbra, R. S.; Pantoja, L. G.; Santos, E.; Cardoso, Q.; Cativo, C. P.; Monteiro, S. A.; Monteiro, F. P. (2020). Robotics as a Tool for Deconstructing Stereotypes in Amazon: Disseminating Information in Baixo Trombetas. In *2020 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2020 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2020 Workshop on Robotics in Education (WRE)* (Natal, Brazil, 9-13 Nov. 2020). IEEE. <https://doi.org/10.1109/LARS/SBR/WRE51543.2020.9307147>.
- Steinmaurer, A.; Pirker, J.; Gütl, C. (2019). sCool - Game-based learning in computer science class A case study in secondary education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 9(2), 35-50. <https://doi.org/10.3991/ijep.v9i2.9942>.
- Sun, L.; Hu, L.; Zhou, D. (2021). Single or Combined? A Study on Programming to Promote Junior High School Students' Computational Thinking Skills. *Journal of Educational Computing Research*, 60(2), 283-321. <https://doi.org/10.1177/07356331211035182>.
- Sun, L.; Hu, L.; Zhou, D. (2022). Programming attitudes predict computational thinking: Analysis of differences in gender and programming experience. *Computers and Education*, 181(27), 104457. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104457>.
- Thurner, V.; Sickendiek, J. (2021). STEM4Girls-Workshop on Machine Learning. In M. E. Auer & T. Rüttmann (Eds.), *Educating Engineers for Future Industrial Revolutions. Proceedings of the 23rd International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2020)*, Volume 1 (pp. 744-755). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68198-2_70.
- Torres-Torres, Y. D.; Román-González, M.; Pérez-González, J. C. (2022). Gender Gaps in the Initiation of Computer Programming in Secondary education in Spain. *Revista Complutense de Educación*, 33(4), 701-712. <https://doi.org/10.5209/rced.76564>.
- Tsai, M. J.; Liang, J. C.; Hsu, C. Y. (2021). The Computational Thinking Scale for Computer Literacy Education. *Journal of Educational Computing Research*, 59(4), 579-602. <https://doi.org/10.1177/0735633120972356>.
- Tuparova, D.; Nikolova, E.; Tuparova, E. (2020). Integrated Game-based Learning in an Informatics Secondary Course: Is There a Difference between Girls' and Boys' Achievements? In *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2020) - Volume 1: GonCPL* (pp. 702-709). SciTePress. <https://doi.org/10.5220/0009818407020709>.
- UNESCO. (2016). STEM and Gender Advancement (SAGA): improved measurement of gender equality in science, technology, engineering and mathematics. (<http://bit.ly/2m8oOdS>).
- van Wassenae, N.; Tolboom, J.; van Beekum, O. (2023). The Effect of Robotics Education on Gender Differences in STEM Attitudes among Dutch 7th and 8th Grade Students. *Education Sciences*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/educsci13020139>.
- Verdugo-Castro, S.; Sánchez-Gómez, M. C.; García-Holgado, A. (2023). Factors associated with the gender gap in the STEM sector: Comparison of theoretical and empirical concept maps and qualitative SWOT analysis. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17499>.
- Vidal, M.; Maldonado, J.; Bracamonte, T.; Miranda, F.; Labarca, A.; Simmonds, J. (2021). Niñas Pro: an initiative to educate, inspire and empower women. In M. Estrada & A. García-Holgado (Eds.), *Proceedings of the XIII Congress of Latin American Women in Computing 2021 (LAWCC 2021) co-located with XLVII Latin American Computer Conference (CLEI 2021)* (San José, Costa Rica, October 28, 2021) (pp. 35-46). CEUR-WS.org.
- Wang, C.; Vemula, S.; Frye, M. (2020). Out-of-school Time STEM: Teach Programming Using Python for High School Girls. In *2020 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (Princeton, NJ, USA, 1 Aug. 2020). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISEC49744.2020.9397812>.
- Weintrop, D.; Killen, H.; Munzar, T.; Franke, B. (2019). Block-based Comprehension: Exploring and Explaining Student Outcomes from a Read-only Block-based Exam. In *SIGCSE '19: Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (Minneapolis, MN, USA, 27 February 2019- 2 March 2019) (pp. 1218-1224). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3287324.3287348>.
- Williams, A. B.; Baert, K.; Williams, A. (2017). Culturally Responsive Social Robotics Instruction for Middle School Girls. In *HRI '17: Proceedings of the Companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (Vienna, Austria, March 6 - 9, 2017) (pp. 323-324). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3029798.3038427>.
- Witherspoon, E. B.; Schunn, C. D.; Higashi, R. M.; Baehr, E. C. (2016). Gender, interest, and prior experience shape opportunities to learn programming in robotics competitions. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0052-1>.