

Desarrollando habilidades del siglo XXI a través del enfoque STEAM en la escuela rural insular chilena

Developing 21st century skills through the STEAM approach in the chilean island rural school

KROFF, Francisco J.¹
SALDIVIA, Victor V.²
CARDENAS, Enzo S.³
FERRADA, Cristian.⁴

Resumen

Este estudio evaluó el impacto del enfoque STEAM en la Escuela Rural de Terao, Chile, a través de un diseño mixto que incluyó actividades prácticas en programación y diseño. Los resultados mostraron un aumento en la motivación y participación de los estudiantes, aunque se identificaron persistentes estereotipos de género. La discusión resalta la importancia de innovar en metodologías educativas para fomentar la equidad. En conclusión, el enfoque STEAM es efectivo para desarrollar habilidades del siglo XXI en contextos rurales.

Palabras clave: STEAM, educación interdisciplinaria, robótica, habilidades del siglo XXI

Abstract

This study evaluated the impact of the STEAM approach at the Rural School of Terao, Chile, using a mixed-methods design that included practical activities in programming and design. Results showed increased motivation and participation among students, although persistent gender stereotypes were identified. The discussion highlights the importance of innovating educational methodologies to promote equity. In conclusion, the STEAM approach is effective in developing 21st-century skills in rural contexts.

Key words: STEAM, interdisciplinary education, robotics, 21st century skills

1. Introducción

En el panorama educativo actual, la búsqueda constante de metodologías que estimulen la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas se ha convertido en una necesidad imperante (Domènech-Casal, 2019; OECD, 2018). En este contexto, el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se posiciona como una propuesta educativa que actúa como un puente entre disciplinas

¹ Académico Regular. Departamento Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Los Lagos.Chile. francisco.kroff@ulagos.cl

² Académico Regular. Departamento Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Los Lagos.Chile. victor.saldivia@ulagos.cl

³ Académico Regular. Departamento Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Los Lagos.Chile. enzo.cardenas@ulagos.cl

⁴ Académico Regular. Departamento de Educación. Universidad de Los Lagos. Instituto Interuniversitario de Investigación Educativa (IESED-Chile), Chile. cristian.ferrada@ulagos.cl

aparentemente dispares, con el propósito de fomentar un aprendizaje más integrado y relevante para el mundo contemporáneo (Katz-Buonincontro, 2018; Hudson *et al.*, 2020). Este enfoque promueve la conjunción de la academia con la aplicación práctica, manifestándose en proyectos y actividades que desafían a los estudiantes a explorar, crear y colaborar en la solución de problemas reales (Alkhabra *et al.*, 2023; Toma y Retana-Alvarado, 2021). Un contexto donde este enfoque ha tomado forma es la Escuela Rural de Terao, ubicada en la comuna de Chonchi, en la provincia chilena de Los Lagos.

La metodología STEAM, respaldada por investigaciones, demuestra que el aprendizaje interdisciplinario y práctico mejora la comprensión y retención del conocimiento, además de desarrollar habilidades cruciales para el siglo XXI (Ortiz-Revilla *et al.*, 2020; Videla-Reyes & Aguayo, 2022). Diversas investigaciones han evidenciado que el enfoque STEAM aumenta el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje, ya que los proyectos prácticos les permiten ver la aplicación directa de lo que están estudiando (Zollman, 2012; Ibañez & Delgado-Kloss, 2018; Park & Kim, 2022). Además, se ha observado que los estudiantes involucrados en experiencias STEAM desarrollan una mayor confianza en sus habilidades y una actitud positiva hacia las disciplinas relacionadas (Martín-Páez *et al.*, 2019; Chan & Yang, 2018; Bybee, 2013).

En el contexto chileno, donde la educación busca adaptarse a las demandas de una sociedad en constante cambio, la implementación de enfoques pedagógicos innovadores como STEAM cobra relevancia (UNESCO, 2019; Berríos-Villaruel *et al.*, 2021). Para Ferrada y Trujillo, (2024) la Reforma Educacional chilena, instala un énfasis en la formación integral y el desarrollo de habilidades para la vida, respalda la adopción de metodologías que se alineen con estos principios.

La educación del siglo XXI enfrenta la responsabilidad de preparar a los estudiantes para un futuro caracterizado por la rapidez del avance tecnológico, la complejidad de los problemas globales y la necesidad de habilidades multifacéticas (Useche y Vargas, 2019; Ortiz-Revilla, 2018). Surge, entonces, la pregunta: ¿cómo podemos dotar a los estudiantes con las competencias necesarias para enfrentar los desafíos de un mundo en constante evolución? Esta interrogante ha sido el motor que impulsó la implementación del enfoque STEAM en la Escuela Rural de Terao.

El objetivo central de la práctica pedagógica en la Escuela Rural de Terao es claro: promover un aprendizaje que trascienda las barreras disciplinarias convencionales y prepare a los estudiantes para el futuro con una mentalidad versátil y proactiva. A través de la integración de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, se busca proporcionar a los estudiantes herramientas y habilidades que les permitan no solo comprender el mundo que les rodea, sino también contribuir activamente en su transformación y desarrollo académico-social (López-Simó *et al.*, 2020; Aravena *et al.*, 2020; BOTSTEM; 2017).

2. Antecedentes

El enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) ha sido ampliamente promovido a nivel internacional como una estrategia educativa eficaz para el desarrollo de competencias del siglo XXI, especialmente en habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad (Aguayo *et al.*, 2023). En los últimos años, diversas investigaciones han analizado el impacto de la educación STEAM en distintos niveles educativos y contextos, incluyendo poblaciones en entornos rurales y comunidades con acceso limitado a tecnologías avanzadas.

Una característica distintiva del enfoque STEAM en comparación con STEM es la inclusión del arte como componente esencial del aprendizaje interdisciplinario. En este estudio, la dimensión artística fue integrada tanto en el módulo de programación de robots donde los estudiantes diseñaron los escenarios de uso para los robots como en el módulo de estructuras, en el que se fomentó el diseño estético de las construcciones

realizadas con materiales reciclados. La elección de incluir el arte respondió a la necesidad de promover la creatividad como una habilidad del siglo XXI, permitiendo a los estudiantes conectar emociones, cultura local e identidad con la solución de problemas técnicos. Esta inclusión se sustenta en trabajos como el de Katz-Buonincontro (2018), quien argumenta que el arte potencia el pensamiento divergente y la sensibilidad estética en contextos de aprendizaje científico y tecnológico. Asimismo, el interés demostrado por el arte en los resultados cuantitativos de este estudio (73,3%) refuerza la necesidad de mantener y fortalecer este componente dentro de futuras propuestas pedagógicas STEAM, sobre todo en contextos rurales donde las expresiones artísticas también constituyen un medio culturalmente significativo.

En Chile, el Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM (CIDSTEM) de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso ha desarrollado programas que buscan la innovación en la formación docente y la implementación de recursos STEM+ en el currículo escolar. Estas iniciativas han sido aplicadas en diversas escuelas de las regiones de Valparaíso y Metropolitana, promoviendo metodologías activas y colaborativas para mejorar la enseñanza de las ciencias y las matemáticas (CIDSTEM, 2024).

Por su parte, el Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE) de la Universidad de Chile ha explorado metodologías de observación de clase y estrategias de enseñanza que consideran la carga cognitiva y el uso de múltiples representaciones en la educación STEM. Sus estudios han revelado que la integración de enfoques innovadores en el aula mejora la comprensión conceptual de los estudiantes y fortalece su capacidad para resolver problemas en contextos auténticos (CIAE, 2024).

A nivel internacional, Ferrada y Trujillo (2024) han analizado el impacto de la educación STEM en comunidades rurales, destacando la importancia de integrar metodologías que respondan a las particularidades socioculturales de los estudiantes. En su investigación en escuelas rurales de Chiloé, encontraron que la implementación del enfoque STEM permitió mejorar el compromiso estudiantil y fomentar la equidad de género en el aprendizaje de las ciencias. A pesar de estos avances, señalaron que persisten estereotipos que limitan la participación de niñas en disciplinas tecnológicas y matemáticas, lo que sugiere la necesidad de intervenciones pedagógicas que promuevan un enfoque más inclusivo.

Un análisis bibliométrico realizado por Alkhabra, Ibrahim y Alkhabra (2023) sobre publicaciones en Scopus y Web of Science entre 2010 y 2020 reveló que las tecnologías emergentes, como la realidad virtual y la robótica educativa, han sido ampliamente utilizadas en la educación STEM. Estas herramientas han demostrado ser eficaces para enriquecer la experiencia de aprendizaje, mejorando la retención del conocimiento y la motivación de los estudiantes. La integración de estos recursos en el aula ha sido particularmente exitosa en programas de aprendizaje basado en proyectos, donde los estudiantes pueden experimentar con situaciones del mundo real y aplicar conceptos científicos de manera práctica.

Además, investigaciones en educación primaria han demostrado que la implementación de metodologías STEM puede generar cambios positivos en la actitud de los estudiantes hacia las ciencias y las matemáticas. Por ejemplo, un estudio realizado en un centro educativo con alta vulnerabilidad social evaluó una propuesta educativa sostenible basada en robótica y metodologías activas. Los resultados indicaron un aumento significativo en el interés y la motivación de los estudiantes, evidenciando la efectividad del enfoque STEM en contextos de riesgo educativo (Ferrada *et al.*, 2023).

Otra línea de investigación relevante ha sido el análisis del contenido STEM en materiales educativos. En un estudio comparativo de libros de texto de ciencias en Chile y España, se encontró que la incorporación de actividades STEM en estos materiales influye positivamente en el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo,

los investigadores señalaron la necesidad de mejorar la alineación de los contenidos con metodologías activas para maximizar su impacto en el aula (González-Pérez *et al.*, 2020; Santillán-Aguirre *et al.*, 2020).

En conclusión, la evidencia disponible sugiere que la implementación del enfoque STEM en la educación es altamente beneficiosa para el desarrollo de habilidades clave en los estudiantes. Sin embargo, es fundamental abordar los desafíos relacionados con la formación docente, la equidad de género y la integración de tecnologías emergentes para garantizar su éxito en distintos contextos educativos.

Justificación de la Práctica Pedagógica STEAM

La justificación para la implementación del enfoque STEAM en la Escuela Rural de Terao es multifacética y resonante en diversos niveles. En primer lugar, la educación tradicional, segmentada en disciplinas aisladas, no siempre logra capturar la complejidad interconectada de los desafíos modernos (Aguayo *et al.*, 2023; Ministerio de Educación, 2018). La aplicación de STEAM, sin embargo, permite a los estudiantes apreciar y abordar la interrelación de conocimientos y habilidades en contextos del mundo real.

En segundo lugar, la necesidad de fomentar habilidades como la creatividad, la resolución de problemas y la colaboración ha cobrado un papel protagónico en la educación contemporánea (Ferrada *et al.*, 2021; Ortiz-Revilla *et al.*, 2018). Este enfoque ofrece un terreno fértil para el cultivo de estas habilidades, ya que los proyectos prácticos requieren la combinación de pensamiento lógico y creativo, y la colaboración en equipo es esencial para su éxito.

A su vez, el contexto geográfico y cultural particular de la provincia de Chiloé desafía la implementación de actividades STEAM, permitiendo a los estudiantes conectar los conceptos académicos-científicos con su entorno local, resolver problemáticas que enfrentan en su comunidad y potenciar así la relevancia de su aprendizaje en un sentido de pertenencia (Ferrada *et al.*, 2018; Lupiáñez, 2018).

En última instancia, la justificación de la práctica pedagógica STEAM radica en su capacidad para empoderar a los estudiantes como agentes activos de cambio y progreso (Kroff-Trujillo *et al.*, 2024). Al equiparlos con habilidades tecnológicas, científicas, artísticas y matemáticas, se les dota de las herramientas necesarias para abordar los desafíos del siglo XXI con confianza y creatividad (Ritz & Fan, 2015). En este contexto, la Escuela o centro educativo, se presenta como una institución educativa clave que busca trascender las barreras tradicionales de la educación y abrazar el enfoque STEAM para nutrir a sus estudiantes con una educación enriquecedora y adaptada al mundo actual.

3. Metodología

La presente investigación es de tipo mixto, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos (Johnson *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2014; Vain, 2012). Este diseño permite una comprensión más profunda de la experiencia de los estudiantes y la evaluación de los efectos del proyecto STEAM, integrando datos numéricos de encuestas con análisis cualitativos de observaciones y reflexiones personales (Pérez-Serrano, 2016; Creswell, 2014).

La metodología de esta investigación se diseñó para evaluar el impacto de un proyecto educativo basado en el enfoque STEAM en estudiantes de la Escuela Rural. Este trabajo se llevó a cabo en dos etapas (ver tabla 1): primero, se implementó un proyecto que abarcó dos temas clave: la programación de robots para realizar tareas y el diseño y construcción de estructuras con materiales reciclados. Posteriormente, se realizó una encuesta para recoger datos sobre las preferencias, motivaciones y percepciones de los estudiantes en relación con las actividades STEAM.

La investigación incluyó a estudiantes de 3ro a 8vo grado de la Escuela Rural de Terao, con una muestra de 15 estudiantes, representando tanto a niñas como a niños. Se buscó diversidad en términos de edad y género para obtener una visión integral de la experiencia de aprendizaje.

Se diseñó una encuesta *ad hoc* para evaluar las preferencias, motivaciones y percepciones de los estudiantes antes y después de la implementación del proyecto STEAM. La encuesta incluyó preguntas sobre: Preferencias de materias STEAM; Actividades disfrutadas; Trabajo en equipo; Interés en aprendizaje; Elementos prácticos; Percepción de género. Estas preguntas están diseñadas para medir la motivación, interés y percepción de los estudiantes sobre las actividades STEAM (Zollman, 2012).

Además de la encuesta aplicada, esta investigación incorporó entrevistas semiestructuradas y la elaboración de diarios de campo como técnicas complementarias. Las entrevistas, diseñadas con base en criterios de motivación, percepción del aprendizaje STEAM, percepción de género y expectativas futuras, siguieron un enfoque flexible conforme a Creswell (2014), permitiendo adaptar las preguntas según las respuestas de los participantes. El diario de campo, registrado por los investigadores durante las intervenciones pedagógicas, permitió documentar comportamientos espontáneos, comentarios no formales y reacciones emocionales, enriqueciendo la interpretación de los resultados.

La encuesta fue adaptada de instrumentos previamente validados en estudios de motivación y percepción en entornos STEM (Zollman, 2012; Alkhabra et al., 2023), garantizando así su validez y pertinencia.

Tabla 1
Diseño del Proyecto

Módulo 1: Programación de Robots	Módulo 2: Diseño y Construcción de Estructuras
Se incorporan a los contenidos curriculares que trabajan los estudiantes conceptos básicos de programación mediante el uso de plataformas accesibles (como Scratch o similares). Este enfoque promueve habilidades tecnológicas y de resolución de problemas (Alkhabra <i>et al.</i> , 2023).	Utilizando materiales reciclados (cartón, madera, etc.), los estudiantes diseñaron y construyeron estructuras. Este módulo enfatiza la creatividad y el trabajo en equipo, permitiendo a los estudiantes experimentar con conceptos de ingeniería y diseño (Katz-Buonincontro, 2018).

Con el objetivo de fomentar un aprendizaje significativo, interdisciplinario y contextualizado, el proyecto se estructuró en torno a un conjunto de doce actividades planificadas distribuidas en dos módulos principales: Programación de Robots y Diseño y Construcción de Estructuras. Cada actividad fue diseñada para integrar conceptos curriculares específicos, promover habilidades del siglo XXI como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la colaboración, y favorecer el vínculo entre los saberes académicos y las experiencias concretas de los estudiantes. En la tabla 2, se presenta una síntesis detallada de las actividades desarrolladas en cada módulo, destacando su contribución pedagógica dentro del enfoque STEAM.

El proyecto se ejecutó a lo largo de 12 semanas, distribuidas en sesiones semanales de dos horas cada una. La participación activa de 12 docentes de diversas asignaturas —Ciencias, Matemáticas, Tecnología y Artes— fue clave en la implementación, quienes previamente asistieron a jornadas de capacitación sobre metodologías activas e interdisciplinarias (Creswell, 2014; Ferrada & Díaz-Levicoy, 2023). Cada módulo del proyecto fue liderado por docentes en colaboración, permitiendo integrar contenidos curriculares en torno a los desafíos propuestos. Además, la planificación consideró la progresión de competencias en programación y diseño, respetando los ritmos de aprendizaje de los estudiantes y promoviendo instancias de reflexión conjunta al término de cada sesión. En cuanto a la evaluación de la experiencia, se empleó un cuestionario adaptado del instrumento validado por Aguilera y Perales-Palacios, (2019), diseñado para recoger percepciones estudiantiles sobre motivación, interés y autoeficacia en actividades STEAM. Este instrumento fue complementado con la

aplicación de entrevistas semiestructuradas y el registro sistemático en diarios de campo elaborados por los propios docentes participantes.

Tabla 2
Descripción de actividades

Actividad	Descripción	Módulo
Actividad 1	Introducción a la programación básica con Scratch: crear movimientos simples.	Módulo 1: Programación de Robots
Actividad 2	Programación de trayectorias básicas para robots: avance, giro y retroceso.	Módulo 1: Programación de Robots
Actividad 3	Desafío: programación de un circuito con obstáculos.	Módulo 1: Programación de Robots
Actividad 4	Diseño de escenarios para el movimiento de robots, integrando estética y funcionalidad.	Módulo 1: Programación de Robots
Actividad 5	Reflexión sobre el trabajo de programación: dificultades y soluciones encontradas.	Módulo 1: Programación de Robots
Actividad 6	Introducción a la construcción de estructuras: conceptos básicos de estabilidad.	Módulo 2: Diseño y Construcción de Estructuras
Actividad 7	Diseño de maquetas utilizando materiales reciclados.	Módulo 2: Diseño y Construcción de Estructuras
Actividad 8	Construcción colaborativa de una estructura funcional (puente, edificio, etc.).	Módulo 2: Diseño y Construcción de Estructuras
Actividad 9	Integración de criterios artísticos en el diseño estructural.	Módulo 2: Diseño y Construcción de Estructuras
Actividad 10	Prueba de resistencia de las estructuras diseñadas.	Módulo 2: Diseño y Construcción de Estructuras
Actividad 11	Presentación de proyectos: defensa oral de los prototipos construidos.	Módulo 2: Diseño y Construcción de Estructuras
Actividad 12	Reflexión grupal: aprendizajes, desafíos y nuevas propuestas de mejora.	Módulo 2: Diseño y Construcción de Estructuras

Fuente: Producción Propia

Las entrevistas semiestructuradas permitieron profundizar en aspectos cualitativos, como las percepciones sobre el trabajo interdisciplinario y las barreras percibidas para implementar proyectos STEAM en entornos escolares (Zollman, 2012). El análisis de contenido aplicado a estos datos siguió los criterios propuestos por Creswell (2014), garantizando triangulación entre métodos y la coherencia entre los resultados obtenidos.

Cabe señalar que la participación de los docentes no fue homogénea: algunos lideraron proyectos de integración profunda de contenidos, mientras que otros mantuvieron una aproximación más instrumental. Estas diferencias fueron registradas y analizadas en la fase de discusión, buscando comprender los factores contextuales que inciden en la apropiación del enfoque STEAM en ambientes escolares heterogéneos.

El procedimiento general respetó los principios éticos establecidos por las instituciones participantes, asegurando el consentimiento informado de todos los actores involucrados.

3. Resultados

A continuación se presentan los resultados del estudio, los cuales reflejan las percepciones y actitudes de los participantes hacia las materias STEAM y la equidad de género en el aprendizaje. Los datos recopilados ofrecen una visión clara de los intereses en distintas disciplinas, así como las opiniones sobre la igualdad de capacidades

entre niñas y niños. Este análisis busca proporcionar una comprensión profunda de cómo estas variables interactúan y afectan la motivación y el rendimiento académico en el contexto educativo actual.

En el la tabla 2 se revelan patrones interesantes en las dimensiones evaluadas. En cuanto a los intereses y preferencias, así como la motivación y participación, se observa una media de aproximadamente 3.79, lo que indica un nivel positivo de interés y compromiso entre los estudiantes. La mediana y la moda de 4 sugieren que la mayoría de los participantes se inclinan hacia un alto grado de satisfacción. Sin embargo, la desviación estándar de 0.97 indica cierta variabilidad en las respuestas. En relación con la percepción de género, la media de 3.64 y la mayor desviación estándar (1.39) reflejan una diversidad de opiniones, especialmente en torno a la adecuación de las disciplinas STEAM para diferentes géneros. La aplicación fuera del aula muestra una media más baja (3.21), sugiriendo que los estudiantes pueden no estar tan seguros de cómo aplicar lo aprendido en su vida diaria, aunque la mediana de 3 indica que algunos ven esta conexión. Finalmente, el impacto futuro se destaca con una media de 4.57, lo que indica una fuerte percepción de que las experiencias en el proyecto tendrán un efecto positivo en el futuro de los estudiantes.

Tabla 3
Estadísticos Descriptivos del Estudio

Estadístico	Intereses y preferencias	Motivación y participación	Percepción de Género	Aplicación fuera del aula	Impacto Futuro
Media	3,78571429	3,78571429	3,64285714	3,21428571	4,57142857
Error típico	0,26056936	0,26056936	0,37220966	0,29979061	0,17270586
Mediana	4	4	4	3	5
Moda	3	3	4	3	5
Desviación estándar	0,97496126	0,97496126	1,39268103	1,12171376	0,64620617
Varianza de la muestra	0,95054945	0,95054945	1,93956044	1,25824176	0,41758242
Curtosis	-1,02659324	-1,02659324	2,58560486	0,01482879	0,95101989
Coficiente de asimetría	-0,08893195	-0,08893195	-1,44014723	-0,10511053	-1,30315261
Rango	3	3	5	4	2
Mínimo	2	2	0	1	3
Máximo	5	5	5	5	5
Suma	53	53	51	45	64
Cuenta	14	14	14	14	14
Nivel de confianza (95,0%)	0,56292587	0,56292587	0,80411008	0,64765824	0,37310834

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4, revela diversas relaciones entre las variables estudiadas. Se observa una correlación positiva moderada entre los "Intereses y preferencias" y la "Motivación y participación" ($r = 0,35$), lo que sugiere que a medida que aumenta el interés en las actividades STEAM, también lo hace la motivación para participar en ellas. Por otro lado, la "Percepción de Género" presenta correlaciones negativas con "Motivación y participación" ($r = -0,34$) y "Aplicación fuera del aula" ($r = -0,38$), indicando que una percepción más negativa sobre el género puede estar asociada con menor motivación y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. Asimismo, la "Percepción de Género" tiene una correlación positiva moderada con el "Impacto Futuro" ($r = 0,33$), sugiriendo que una mejor percepción de género podría estar vinculada a expectativas más optimistas sobre el futuro.

Para la tabla 5, se muestra el interés en materias STEAM, revelando que el arte es la disciplina más popular, con un 73,33% de los encuestados expresando interés en ella. En contraste, las matemáticas y la tecnología tienen niveles de interés significativamente más bajos, con solo un 20,00% y un 6,67%, respectivamente. Estos

resultados sugieren que, dentro del enfoque STEAM, el arte capta la atención de la mayoría de los participantes, mientras que las materias más técnicas como matemáticas y tecnología podrían requerir estrategias adicionales para aumentar su atractivo.

Tabla 5
Coeficientes de Correlación entre Variables

	Intereses y preferencias	Motivación y participación	Percepción de Género	Aplicación fuera del aula	Impacto Futuro
Intereses y preferencias	1				
Motivación y participación	0,35	1			
Percepción de Género	-0,28	-0,34	1		
Aplicación fuera del aula	-0,37	-0,16	-0,14	1	
Impacto Futuro	0,20	-0,03	0,32	0,03	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6
Interés en Materias STEAM

Materia	Frecuencia	Porcentaje
Arte	11	73,33%
Matemáticas	3	20,00%
Tecnología	1	6,67%

Fuente: Elaboración propia.

Observamos que en la tabla 6 se presenta la percepción de género entre los encuestados. Un 73,33% de los participantes opina que las niñas son tan buenas como los niños, lo que indica una visión positiva hacia la igualdad de género en habilidades y capacidades. Sin embargo, el 60,00% de los encuestados considera que algunas áreas de STEAM son más adecuadas para un género específico. Este contraste sugiere que, aunque existe una creencia general en la igualdad de capacidades, persisten estereotipos que podrían limitar la percepción sobre la idoneidad de las niñas en ciertas disciplinas STEAM. Esto resalta la necesidad de seguir trabajando en la promoción de la equidad de género en estos campos.

Tabla 7
Percepción de Género

Pregunta	Respuestas Positivas	Porcentaje
¿Crees que las niñas son tan buenas como los niños?	11	73,33%
¿Algunas áreas de STEAM son más adecuadas para un género?	9	60,00%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las observaciones de campo reflejan una recepción altamente positiva del proyecto por parte de los participantes. El proyecto se ejecutó a lo largo de 12 semanas, distribuidas en sesiones semanales de dos horas cada una. Participaron activamente 12 docentes de diversas asignaturas, entre ellos: Profesor 1 (Ciencias Naturales), Profesor 2 (Matemáticas), Profesor 3 (Tecnología), Profesor 4 (Artes Visuales), Profesor 5 (Lenguaje y Comunicación), Profesor 6 (Educación Física), Profesor 7 (Historia y Ciencias Sociales), Profesor 8 (Música), Profesor 9 (Inglés), Profesor 10 (Educación Diferencial), Profesor 11 (Orientación) y Profesor 12 (Talleres de Robótica). Previamente, todos asistieron a jornadas de capacitación orientadas al trabajo colaborativo, metodologías activas y el enfoque interdisciplinario necesario para implementar proyectos STEAM (Creswell, 2014; Ferrada & Díaz-Levicoy, 2023).

Cada módulo del proyecto fue liderado por equipos docentes interdisciplinarios: por ejemplo, el Profesor 1 y el Profesor 3 diseñaron actividades de programación de robots enfocadas en la resolución de problemas reales, mientras que el Profesor 4 y el Profesor 7 dirigieron la creación de estructuras arquitectónicas utilizando materiales reciclados, conectando los aprendizajes con la identidad cultural local. Esta estrategia de coenseñanza permitió enriquecer la experiencia pedagógica a partir de múltiples perspectivas disciplinares.

Los docentes participantes manifestaron en entrevistas semiestructuradas diversas percepciones cualitativas sobre el proceso. El Profesor 2 destacó que “los estudiantes lograron vincular contenidos abstractos de matemática a situaciones concretas mediante la programación de trayectorias robóticas”, mientras que el Profesor 4 enfatizó que “la integración del arte fue clave para estimular la creatividad y la motivación de los estudiantes, especialmente aquellos con menos afinidad inicial por las ciencias”. Por su parte, el Profesor 10 (Educación Diferencial) subrayó que “la estrategia STEAM permitió atender a la diversidad de estilos de aprendizaje, favoreciendo la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales”. Estas opiniones reafirman la riqueza cualitativa del proyecto en términos de atención a la diversidad, motivación y transferencia del aprendizaje.

Respecto al estudiantado, se involucraron 15 estudiantes de 3° a 8° básico, representados de la siguiente forma: Estudiantes 1-3 (3° básico), Estudiantes 4-5 (4° básico), Estudiantes 6-7 (5° básico), Estudiantes 8-9 (6° básico), Estudiantes 10-11 (7° básico) y Estudiantes 12-15 (8° básico). Se procuró asegurar una representación equilibrada de género y diversidad de intereses, aspecto que enriqueció el análisis de resultados.

Las voces de los estudiantes recogidas a través de entrevistas reflejan percepciones altamente positivas sobre la metodología STEAM. El Estudiante 5 expresó que “trabajar en equipo para programar los robots me enseñó que resolver problemas puede ser divertido y no solo memorizar fórmulas”, mientras que la Estudiante 9 señaló que “nunca había pensado que construir cosas podía ser parte de aprender ciencias”. Asimismo, el Estudiante 13 indicó: “Me gustó usar materiales reciclados para construir; ahora entiendo mejor cómo funcionan las estructuras en la vida real”. Estas percepciones no solo evidencian una apropiación conceptual de los contenidos, sino también una resignificación del aprendizaje como proceso activo, creativo y social.

Además, los diarios de campo documentaron progresos actitudinales significativos: varios estudiantes que inicialmente manifestaban baja autoconfianza en áreas técnicas reportaron, al cierre del proyecto, sentirse “capaces de programar” y “con ideas para seguir inventando cosas”. Esta transformación evidencia el potencial de las metodologías STEAM para fortalecer habilidades transversales como la autoeficacia, la creatividad y la resolución de problemas, competencias clave en el contexto de la educación para el siglo XXI (Ortiz-Revilla *et al.*, 2020; Martín-Páez *et al.*, 2019).

En síntesis, la percepción de los participantes confirma que la implementación del enfoque STEAM en la escuela rural ha generado un impacto positivo tanto en la motivación como en la comprensión de los contenidos. Estas experiencias reafirman la importancia de continuar explorando y ampliando metodologías innovadoras que promuevan un aprendizaje significativo y contextualizado en el siglo XXI.

4. Discusión y conclusiones

Los resultados de este estudio sobre la implementación del enfoque STEAM en la Escuela Rural de Terao reflejan un avance significativo en la preparación de los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI. La mejora en el rendimiento académico y el aumento de la participación estudiantil son indicativos de cómo el aprendizaje interdisciplinario y práctico fomenta habilidades esenciales como la creatividad y la resolución de problemas (Martín-Páez *et al.*, 2019). Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que demuestran que el enfoque STEAM no solo aumenta el interés en las materias, sino que también mejora la comprensión y retención del conocimiento (Zollman, 2012).

La percepción de género entre los participantes mostró resultados mixtos. Aunque un 73,33% de los encuestados considera que las niñas son tan capaces como los niños, el 60% opina que algunas áreas de STEAM son más

adecuadas para un género específico. Esto sugiere que, a pesar de un avance en la igualdad de oportunidades, los estereotipos de género persisten en el contexto educacional (UNESCO, 2019). Estas creencias pueden limitar la motivación de los estudiantes, especialmente en disciplinas técnicas como matemáticas y tecnología, donde se reportó un menor interés (Alkhabra *et al.*, 2023).

En relación con la pregunta: ¿Cómo podemos dotar a los estudiantes con las competencias necesarias para enfrentar los desafíos de un mundo en constante evolución? El enfoque STEAM implementado en la Escuela ofrece una respuesta concreta a esta interrogante al integrar disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas en un aprendizaje práctico e interdisciplinario. Este enfoque dota a los estudiantes de diversas competencias clave tales como la resolución de problemas, a través de actividades como la programación de robots y el diseño de estructuras, los estudiantes desarrollan habilidades para identificar y resolver problemas reales aplicando conocimientos interdisciplinarios. El pensamiento crítico en los proyectos STEAM promueven el análisis y evaluación de situaciones complejas, ayudando a los estudiantes a formular soluciones innovadoras y viables. La creatividad y el énfasis en el diseño y las artes permite a los estudiantes expresar ideas de manera original, fomentando la innovación en la resolución de desafíos educativos y comunitarios. El trabajo en colaboración en equipo es un componente central de las actividades STEAM, preparando a los estudiantes para interactuar y colaborar en entornos diversos y globalizados, finalmente La adaptabilidad tecnológica en conjunto con la incorporación de herramientas como robots y plataformas digitales capacita a los estudiantes para adaptarse a los avances tecnológicos que moldean el mundo contemporáneo.

Las limitaciones del estudio también son relevantes, ya que la muestra de 15 estudiantes, aunque representativa, podría no capturar la diversidad completa del contexto educativo chileno. La dependencia de auto-reporte en las encuestas puede introducir sesgos que alteren la percepción real de los estudiantes respecto a sus habilidades y preferencias (Creswell, 2014). Futuros estudios deberían incluir muestras más amplias y diversas, así como métodos de recolección de datos que minimicen sesgos.

Las implicancias de este estudio son significativas para la práctica pedagógica en contextos similares. La implementación de la metodología STEAM en la escuela rural de Terao demuestra que es posible adaptar enfoques innovadores que fomenten una educación más inclusiva y relevante (Berríos-Villaruel *et al.*, 2021). Al integrar el aprendizaje práctico con la solución de problemas reales, se prepara a los estudiantes no solo para el ámbito académico, sino también para contribuir activamente a sus comunidades.

En conclusión, este estudio destaca la importancia de seguir promoviendo el enfoque STEAM en la educación, con un énfasis especial en la formación de docentes y la integración de proyectos alineados con las necesidades locales. La adopción de metodologías que trasciendan las barreras disciplinares tradicionales es esencial para preparar a los estudiantes ante un mundo en constante cambio (Ritz & Fan, 2015). La experiencia de la Escuela Rural de Terao sirve como un modelo que puede ser replicado en otras instituciones educativas, donde la educación interdisciplinaria se convierta en un pilar fundamental del aprendizaje.

El estudio sobre la implementación del enfoque STEAM en la Escuela Rural de Terao ha proporcionado una visión profunda sobre cómo este método puede transformar la educación en contextos rurales. Los resultados demuestran un notable aumento en la motivación y participación de los estudiantes, con una media de 3.79 en motivación. Esto sugiere que al involucrar a los alumnos en proyectos prácticos y colaborativos, se despierta su interés por materias que a menudo se perciben como difíciles o poco atractivas.

Un hallazgo relevante es la percepción positiva de los estudiantes sobre su capacidad para aprender en áreas STEAM, aunque persisten ciertos estereotipos de género. A pesar de que un 73.33% de los encuestados considera que ambos géneros tienen igual habilidad, el 60% aún cree que algunas disciplinas son más apropiadas para un género específico. Esto resalta la necesidad de seguir promoviendo la equidad en la educación, asegurando que todos los estudiantes se sientan igualmente empoderados para participar en campos técnicos y científicos.

Los resultados del estudio sobre la implementación del enfoque STEAM en la Escuela, destaca la alta motivación y participación estudiantil, La media de 3.79 en motivación y participación refleja un alto nivel de compromiso de los estudiantes en las actividades STEAM. Este hallazgo respalda que las metodologías basadas en proyectos prácticos y colaborativos despiertan el interés de los alumnos (Zollman, 2012; Martín-Páez *et al.*, 2019). A su vez, la preferencia por las artes dentro de STEAM, El 73.33% de los estudiantes mostró un mayor interés en el

componente artístico del enfoque STEAM, mientras que las disciplinas técnicas, como las matemáticas (20%) y la tecnología (6.67%), tuvieron menos aceptación. Este patrón indica la necesidad de adaptar las estrategias pedagógicas para hacer más atractivas estas áreas (Chan & Yang, 2018; Hudson *et al.*, 2020). El impacto futuro percibido logra una media de 4.57 en la percepción del impacto futuro de las actividades STEAM resalta que los estudiantes consideran estas experiencias como beneficiosas para su desarrollo académico y personal. Esto sugiere que el enfoque STEAM puede empoderar a los estudiantes para enfrentar desafíos futuros (Ortiz-Revilla *et al.*, 2020; Berríos-Villaruel *et al.*, 2021), mientras que en la persistencia de estereotipos de género 73.33% de los estudiantes expresó creencias positivas sobre la igualdad de capacidades entre niñas y niños, el 60% consideró que algunas disciplinas STEAM son más adecuadas para un género específico. Esto revela que, aunque se han logrado avances en la percepción de equidad, persisten estereotipos que deben ser abordados (UNESCO, 2019; Alkhabra *et al.*, 2023).

El análisis de los resultados obtenidos en este estudio confirma y amplía hallazgos previos sobre la efectividad del enfoque STEAM en la educación. La alta motivación y participación observada coincide con investigaciones que destacan cómo las actividades prácticas y colaborativas aumentan el compromiso estudiantil al conectar los contenidos académicos con aplicaciones reales (Zollman, 2012; Martín-Páez *et al.*, 2019). En el contexto de la Escuela, este enfoque permitió a los estudiantes desarrollar habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, fundamentales para enfrentar los desafíos del siglo XXI (Ortiz-Revilla *et al.*, 2020).

El predominio del interés en las artes dentro del enfoque STEAM destaca la relevancia de incluir componentes creativos en la enseñanza interdisciplinaria. Esto refuerza la necesidad de equilibrar las disciplinas técnicas con elementos artísticos para maximizar la motivación y el aprendizaje significativo (Chan & Yang, 2018; Hudson *et al.*, 2020). Sin embargo, el menor interés en matemáticas y tecnología plantea un desafío pedagógico que debe abordarse mediante estrategias innovadoras que demuestren la aplicabilidad de estas áreas en contextos cotidianos (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021).

La persistencia de estereotipos de género en disciplinas STEAM, aunque preocupante, no es un hallazgo aislado. Según UNESCO (2019), estas percepciones limitan el acceso equitativo de niñas y niños a oportunidades educativas en áreas técnicas. Para contrarrestar este problema, es crucial implementar intervenciones pedagógicas que desafíen los estereotipos y promuevan una cultura de igualdad en el aprendizaje (Alkhabra *et al.*, 2023).

Finalmente, la percepción positiva del impacto futuro de las actividades STEAM resalta la importancia de seguir promoviendo este enfoque en contextos educativos diversos. Los estudiantes de la Escuela Rural de Terao no solo adquirieron competencias técnicas, sino que también desarrollaron una mayor confianza en su capacidad para contribuir a su comunidad y adaptarse a un mundo en constante cambio (Berríos-Villaruel *et al.*, 2021; Ritz & Fan, 2015). Este hallazgo subraya el potencial transformador de STEAM, especialmente en contextos rurales, donde las oportunidades educativas son más limitadas.

En conclusión, el estudio reafirma que el enfoque STEAM es una herramienta pedagógica poderosa para promover habilidades del siglo XXI, aunque se requieren esfuerzos continuos para abordar las desigualdades de género y diversificar las estrategias de enseñanza en disciplinas técnicas.

Además, el enfoque STEAM no solo ha fomentado habilidades técnicas, sino que también ha potenciado la creatividad y la resolución de problemas en los estudiantes. Este tipo de aprendizaje activo permite que los alumnos no solo retengan información, sino que también la apliquen a situaciones reales, lo que resulta esencial en un mundo que cambia rápidamente. La experiencia práctica con robots y drones ha demostrado ser una herramienta eficaz para conectar la teoría con la realidad.

Desde una perspectiva más amplia, los hallazgos sugieren que la implementación de metodologías innovadoras como STEAM puede ser un camino para preparar a los estudiantes para los desafíos del futuro. La experiencia de la Escuela Rural de Terao sirve como ejemplo de cómo se puede adaptar la educación a las necesidades locales, fomentando un sentido de pertenencia y relevancia en el aprendizaje.

Este estudio subraya la importancia de seguir explorando y promoviendo el enfoque STEAM en la educación. No solo se trata de enriquecer el currículo, sino de empoderar a los estudiantes para que sean agentes de cambio

en sus comunidades. A medida que continuamos desarrollando estas metodologías, podemos crear un entorno educativo más inclusivo y efectivo que prepare a los jóvenes para los retos del siglo XXI.

Referencias bibliográficas

- Aguayo, C., Videla, R., López-Cortés, F., Rossel, S., & Ibacache, C. (2023). Ethical enactivism for smart and inclusive STEAM learning design. *Heliyon*, 9(9), e19205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19205>
- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). Stem vs. Steam education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Aguilera D., Perales-Palacios F.J. (2019) Actitud hacia la Ciencia: Desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3), 3103. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103
- Alkhabra, Y. A., Ibrahim, U., & Alkhabra, S. (2023). Augmented reality technology in enhancing learning retention and critical thinking according to STEAM program. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 174. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01650-w>
- Alkhabra, H. A., Bakri, S., & Alzahrani, S. (2023). Investigating students' motivation and engagement in STEM education: A cross-sectional study. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3557–3575. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11310-3>
- Aravena, M., Rodríguez, M. y Barría, L. (2020). Caracterización de las habilidades STEM en procesos de etnomodelado con alumnos/as trabajadores/as migrantes haitianos/as de la ciudad de Talca. *Estudios Pedagógicos*, 46(2), 397-419
- Barak, M., & Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: Students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121-144. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9385-9>
- Berrios-Villaruel, A., Orellana-Fernández, R., & Bastías-Bastías, L. S. (2021). Desarrollo sostenible y currículo chileno de enseñanza secundaria: ¿Qué proponen los programas escolares? *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 1-23. <https://doi.org/10.15359/ree.25-1.18>
- BOTSTEM (2017). *Educación en robótica y STEM para niños/as y escuelas primarias*. Erasmus+.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education challenges and opportunities*. National STEM Teachers Association.
- Chan, C., & Yang, Y. (2018). *Developing scientific inquiry in technology-enhanced learning environments*. En J. Voogt, G. Knezek, R. Christensen, & K.-W. Lai (Eds.), *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education* (pp. 161-180). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71054-9_11
- Creswell, J. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- CIAE. (2024). *STEM | Áreas de Investigación CIAE*. Universidad de Chile. Recuperado el 18 de marzo de 2025, de <https://ciae.uchile.cl/areas-investigacion/stem>
- CIDSTEM. (2024). *Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Recuperado el 18 de marzo de 2025, de <https://cidstem.cl>
- Domènech Casal, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 154. <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2646>

- Ferrada-Ferrada, C., & Kroff Trujillo, F. (2025). Motivaciones y Percepciones de Estudiantes de Escuelas Insulares en Chile sobre la Educación STEAM. *Revista De investigación, formación Y Desarrollo: Generando Productividad Institucional*, 13(1), 55-69. <https://doi.org/10.34070/rif.v13.i1.2025.405.55-69>
- Ferrada, C., & Trujillo, F. (2024). Impulsando el Aprendizaje STEAM en las Escuelas Rurales de Chiloé. Propuesta de actividades para el desarrollo de competencias STEAM. *Revista Universidad y Territorio | CUECH*, 1(1), 37-48. <https://doi.org/10.35588/rutvol1n1.03>
- Ferrada, C., & Díaz-Levicoy, D. A. (2023). Robótica, programación y una aproximación a la educación ambiental. *Transformación*, 19(1), 30-52.
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D. y Carrillo-Rosúa, J. (2021) Integración de las actividades STEM en libros de texto. *Revista Fuentes*, 23(1), 91-107. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.v23.i1.8878>
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D. y Salgado-Orellana, N. (2018). Análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles de ciencias. *Revista de Pedagogía*, 39(105) 111- 130.
- Ferrada, C., Gajardo, M., & Coria, D. (2023). Evaluación de una propuesta educativa sostenible con un enfoque STEM para mejorar la actitud hacia las ciencias y las matemáticas en educación primaria. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 11(3), 45-60. Recuperado de <https://digibug.ugr.es/handle/10481/81725>
- González-Pérez, M., López-Simó, V., & Simarro, C. (2020). Análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles de Ciencias. *Revista de Educación y Tecnología*, 25(4), 91-106. <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill
- Hudson, M. A., Baek, Y., Ching, Y., & Rice, K. (2020). Using a multifaceted robotics-based Intervention to Increase student interest in STEM subjects and careers. *Journal for STEM Education Research*, 3, 295-316. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00032-0>
- Ibañez, M., & Delgado-Kloss, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Johnson, R., Onwuegbuzie, A., & Turner, L. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112–133. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
- Katz-Buonincontro, J. (2018). Gathering STE(A)M: Policy, curricular, and programmatic developments in arts-based science, technology, engineering, and mathematics education Introduction to the special issue of Arts Education Policy Review: STEAM Focus. *Arts Education Policy Review*, 119(2), 73-76. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1407979>
- Kroff-Trujillo, F., Ferrada, C., & Gajardo, M. (2024). Las Competencias digitales y el uso de las TIC. *Revista Educación Las Américas*, 13(2). <https://doi.org/10.35811/rea.v13i2.277>
- López Simó, V., Couso, D., & Simarro, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: El papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas, *Revista de Educación a Distancia*, 62(20), 7. <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Lupiáñez, J. (2018). Resolución de problemas y tecnología en el desarrollo de la competencia STEM. En P. Flores, J.L. Lupiáñez y I. Segovia (Eds.), *Enseñar matemáticas. Homenaje a los profesores Francisco Fernández y Francisco Ruiz* (pp. 203-214). Atrio

- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F., & Vílchez-González, J. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Ministerio de Educación. (2018). *Bases Curriculares. Primero a Sexto Básico*. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-22394_bases.pdf
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. Paris: OECD.
- Ortiz-Revilla, J. (2018). *¿Cómo diseñar un prototipo de iluminación para mi sala de estudio?* En I. M. Greca y J. Á. Meneses Villagrà (Eds.), *Proyectos STEAM para la Educación Primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 163-193). Madrid, España: Dextra.
- Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A., & Greca, I. M. (2020). A framework for epistemological discussion on integrated stem education. *Science & Education*, 29(4), 857-880. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00131-9>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I., y Arriasecq, I. (2018). *Construcción de un marco teórico para el enfoque STEAM en la Educación Primaria*. Ponencia presentada en el 28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, A Coruña, España.
- Park, S., & Kim, Y. (2022). A metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. *IEEE Access*, 10, 4209-4251. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3140175>
- Pérez-Serrano, G. (2016). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. I. Métodos*. La Muralla.
- Ritz, J., & Fan, S. (2015). STEM and technology education: International state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 429-451. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9290-z>
- Santillán-Aguirre, J., Jaramillo-Moyano, E., Santos-Poveda, R. y Cadena-Vaca, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 5(8), 467-492. <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>
- Toma, R. y Retana-Alvarado, D. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15- 33.
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Useche, G. y Vargas, J. (2019). Una revisión desde la epistemología de las ciencias, la educación STEM y el bajo desempeño de las ciencias naturales en la Educación Básica y Media. *Revista Temas*, III(13), 109-121.
- Vain, P. (2012). El enfoque interpretativo en investigación educativa: algunas consideraciones teórico-metodológicas. *Revista de Educación*, 4(4), 37-45.
- Videla-Reyes, R., & Aguayo, C. (2022). Pedagogy of uncertainty: Laying down a path in walking with STEAM. *Pacific Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(1), 29-30. <https://doi.org/10.24135/pjtel.v4i1.147>
- Zollman, A. (2012). Learning for stem literacy: Stem literacy for learning: stem literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0 Internacional