

PROGRAMA MACYT EN MATEMÁTICA, ARTE, CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

MACYT PROGRAM IN MATHEMATICS, ART, SCIENCE AND TECHNOLOGY: A REVIEW

Tipo de Publicación: Artículo Científico

Recibido: 10/04/2025

Aceptado: 12/05/2025

Publicado: 21/07/2025

Código Único AV: e483

Páginas: 1 (675-694)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16271422>

Autores:

Alexander More Calle

Docente Matemáticas

Maestro en Administración de la Educación

 <https://orcid.org/0000-0003-0221-3002>

E-mail: amorec@ucvvirtual.edu.pe

Afiliación: Universidad César Vallejo

País: República del Perú

Zully Vicky Cunya Moreno

Docente Nivel Inicial

Bachiller en Educación Inicial

 <https://orcid.org/0009-0001-0359-6159>

E-mail: zcunya@ucvvirtual.edu.pe

Afiliación: Universidad César Vallejo

País: República del Perú

Resumen

Las Matemáticas, arte, ciencia y tecnología, son disciplinas disímiles pero complementarias entre sí, donde se ha demostrado que se alcanza el aprendizaje significativo cuando se basa en la resolución de problemas reales, dado que se promueve el pensamiento crítico y la creatividad de los estudiantes, así también principios como la interdisciplinariedad, el trabajo colaborativo, el pensamiento computacional y la capacidad de resolución de problemas, los cuales están previsto en el Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación secundaria. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue mediante una revisión en revistas en base de datos como Scopus, SciELO, Redalyc y Google académico para determinar cuál es el estado del arte sobre el alcance del programa MACYT implementado en educación secundaria para promover interdisciplinariedad, el trabajo colaborativo, el pensamiento computacional y la capacidad de resolución de problemas y mejorar el aprendizaje en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación secundaria. De los 80 artículos revisados se seleccionaron 32 que muestran la eficiencia de programas de aprendizaje similares al MACUY que ha sido empleado con frecuencia en la formación académica en la educación secundaria para la enseñanza de Matemáticas, arte, ciencia y tecnología, demostrando que el mismo ha mejorado el desempeño académico de los estudiantes basados en un aprendizaje bajo un enfoque constructivista, que se fundamentó en el cumplimiento de 4 principios que fueron interdisciplinariedad, el trabajo colaborativo, el pensamiento computacional y la capacidad de resolución de problemas.

Palabras Clave

Aprendizaje, colaboración, constructivismo, interdisciplinariedad, pensamiento computacional.

Abstract

Mathematics, art, science and technology are dissimilar but complementary to each other, where meaningful learning has been shown to be achieved when it is based on real problem solving, given that critical thinking and creativity of students are promoted, as well as principles such as interdisciplinarity, collaborative work, computational thinking and problem-solving skills, which are provided for in the MACYT Program in mathematics, art, science and technology in secondary education: Therefore, the objective of this research was through a review in journals in databases such as Scopus, SciELO, Redalyc and Google Scholar to determine what is the state of the art on the scope of the MACYT program implemented in secondary education to promote interdisciplinarity, collaborative work, computational thinking and problem-solving skills and improve learning in mathematics, art, science and technology in secondary education. Of the 80 articles reviewed, 32 were selected that show the efficiency of learning programs similar to MACUY, which has been frequently used in academic training in secondary education for the teaching of mathematics, art, science and technology, demonstrating that it has improved the academic performance of students based on learning under a constructivist approach, which was based on compliance with 4 principles that were interdisciplinarity, collaborative work, computational thinking and problem-solving ability.

Keywords

Learning, collaboration, constructivism, interdisciplinarity, computational thinking.

Introducción

La conexión entre las diferentes disciplinas permite a los estudiantes apreciar la importancia de cada área en situaciones del mundo real. Esta fusión contribuye a una comprensión más profunda de los conceptos y su uso práctico, fomentando habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas (Saad & Zainudin, 2022). En este contexto, los estudiantes trabajan juntos en proyectos que requieren la integración de conocimientos de varias disciplinas. Esto no solo potencia su capacidad para colaborar, sino que también les ofrece la oportunidad de aprender desde distintas perspectivas.

A través de proyectos que combinan conceptos matemáticos con elementos artísticos y científicos, los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos en contextos prácticos, alineándose así con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, que promueve una educación inclusiva, equitativa y de calidad, para fortalecer el desempeño tanto en el estudiante como en el docente, los mismos que tienen que asumir compromiso y responsabilidad para el desarrollo de las competencias para una educación de calidad, en especial en el área de Matemática (Lv et al., 2023).

Aprender y enseñar Matemática a partir de la resolución de problemas, forma parte de las nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje que

integran una de las ocho Banderas para la transformación de la educación. Tal es así, que se deben diseñar e implementar prácticas educativas que fomenten iniciativas innovadoras y creativas dentro del aula para que la transformación educativa se convierta en realidad (Lazic et al., 2021).

Por su parte, la educación divertida basada en juegos que integra las artes, las ciencias y la tecnología (Corrales, 2023), se considera una práctica efectiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta metodología innovadora aporta numerosos beneficios al entorno escolar. Se ha evidenciado que el aprendizaje lúdico es fundamental para mejorar la comprensión de las Matemáticas y las ciencias naturales (Yan & Matore 2023., Janković et al., 2024) aunque también puede aplicarse con éxito en otras áreas del currículo. Por lo tanto, se reafirma que aprender de manera entretenida es una estrategia integral para el desarrollo de los estudiantes en el aula.

Asimismo, el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las Matemáticas, destacando cómo las herramientas digitales y los algoritmos de IA pueden fortalecer las prácticas pedagógicas en este ámbito. Basado en plataformas educativas digitales, software especializado, aplicaciones móviles, sistemas de aprendizaje adaptativo y herramientas de análisis de datos, que fortalecen el proceso de enseñanza-aprendizaje (Villamar et al., 2024), herramientas que deben ser

consideradas en el diseño de plataformas educativas, las cuales han sido aplicadas con éxito en el contexto latinoamericano como SUMMA en Chile y Educación Matemática Realista (EMR) en Perú.

Las plataformas de prácticas educativas no pretenden dar una respuesta única a los desafíos de los contextos latinoamericanos, pero presenta información de alta calidad sobre qué prácticas pueden tener mejores resultados en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, el trabajo de las comunidades educativas en torno a estas prácticas será clave para definir qué estrategias podrían ser aplicadas en cada contexto socio-educativo. Esta herramienta debe ser asumida como una invitación al diálogo y la reflexión de las comunidades educativas en torno a las acciones de mayor pertinencia y relevancia para mejorar la calidad de los aprendizajes aprovechando el uso de entornos virtuales (Castro et al., 2024).

El uso de softwares educativos permite relacionar, facilitar y estructurar la información ofreciendo un entorno de trabajo más atractivo e interactivo. Su incorporación en el área de Matemática ha de permitir recrear situaciones, realidades del estudiante y dejarla de hacer menos abstracto desarrollado habilidades en el manejo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (Canoles, 2024).

Las metodologías innovadoras en la

enseñanza de las Matemáticas, evaluando su efectividad en la mejora de la comprensión y el rendimiento estudiantil, dado que incorporan tecnología, aprendizaje basado en proyectos (Hossein et al., 2021), enseñanza diferenciada y aprendizaje colaborativo son prometedoras, aunque requieren una implementación más efectiva y un apoyo continuo para los docentes.

En ese mismo orden de ideas se ha demostrado que la Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las Matemáticas en la educación básica secundaria está transformando las estrategias didácticas y las prácticas pedagógicas en Matemáticas (Moral et al., 2023), la cual se centra en la implementación de plataformas educativas digitales, software especializado, aplicaciones móviles y sistemas de aprendizaje adaptativo, no obstante, se identifican retos como el acceso equitativo a estas tecnologías, la necesidad de contenido educativo de calidad y la formación adecuada del profesorado.

Además del trabajo en equipo y el pensamiento creativo alcanzado mediante el desarrollo del pensamiento computacional, las plataformas educativas basadas en enfoques constructivista buscan promover el aprendizaje mediante la resolución de problemas (Amanda et al., 2024), lo facilitaría el aprendizaje significativo y permitiría la integración de disciplinas complejas como es el caso de las Matemáticas, arte, ciencia y

tecnología.

En ese sentido, la interdisciplinariedad para la resolución de problemas complejos, trata de poner en diálogo varias ópticas disciplinares y específicas con el fin de alcanzar una comprensión más profunda a través de la síntesis de sus diferentes aportaciones (Güner & Erbay, 2021), como es el caso de la integración de Matemáticas, artes, ciencias y tecnología, en este orden de ideas el vínculo entre la Matemática y otras ciencias, situaciones profesionales, laborales y actividades de la vida cotidiana busca construir en el estudiante una Matemática para la vida, es decir, una Matemática que lleve al individuo a actuar de manera razonada, lógica, analítica, tomando en cuenta todas las variables que afectan los problemas y situaciones que se presentan en su actividad laboral y profesional.

Para alcanzar la interdisciplinariedad, la metodología STEAM promueve la integración de diferentes áreas del conocimiento (Simamora, 2024), facilitando que los estudiantes vean las conexiones entre las Matemáticas y otras disciplinas como el arte y la ciencia. Esta interrelación ayuda a desarrollar una comprensión más profunda de los conceptos al aplicarlos a problemas reales y creativo (Diego et al., 2021), por lo tanto, las metodologías innovadoras en la educación representan un avance crucial para enfrentar los retos contemporáneos y mejorar la calidad del aprendizaje.

En relación con el Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación secundaria, se desconoce en forma sistemática las investigaciones realizadas y publicadas en revistas científicas según las diversas bases de datos, relacionadas, lo que ha impedido la aplicación de esta estrategia pedagógica, de las tecnologías innovadoras dirigidas a potenciar el aprendizaje matemático y desarrollo de habilidades creativas para aprender la Matemática de manera interdisciplinaria del nivel secundaria, por lo que se plantea que enfoques y metodologías predominan en las investigaciones sobre Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación secundaria a nivel de América del Sur, la cual deben estar basadas en el cumplimiento de 4 principios como lo son interdisciplinariedad, el trabajo colaborativo, el pensamiento computacional y la capacidad de resolución de problemas.

Metodología

El presente artículo de revisión se constituye de tipo básico, tomó en cuenta el enfoque mixto, debido a que considera investigaciones que aportan información cualitativa como a manera de frecuencias y porcentajes, que fue analizada y sintetizada empleando la técnica del análisis documental, cuyo instrumento fue una ficha, información consolidaba identificada a través de la búsqueda en revisión de diversas fuentes, sobre todo de aquellas que tomaban en cuenta que consideraba

la variable en estudio respecto a las estrategias de resolución de problemas matemáticos.

La información seleccionada consideró palabras clave, como la importancia del problema el cual fue como el Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación secundaria fundamentado en el cumplimiento de 4 principios que fueron interdisciplinaridad, el trabajo colaborativo, el pensamiento computacional y la capacidad de resolución de problemas, las investigaciones que conducen a resolver el problema, otro aspecto fue la muestra que considerando a los docentes de la educación básica, especialmente del nivel secundaria en el contexto nacional, cabe precisar, que las investigaciones identificadas se ejecutaron durante los años 2016 al 2024, publicadas en revistas indexadas para mencionar SciELO, Redalyc, Scopus, Web Of Science, además de repositorios de universidades encontradas en ALICIA.

De los procedimientos trabajados, se menciona la recopilación de información proveniente de 80 artículos identificados en revistas indexadas, en dicho proceso se tomó en cuenta la inclusión y exclusión de acuerdo a la información requerida, así como la redacción de la problemática la misma que no contenía datos incompletos o que presentaban errores, selección donde se identificó un total de 32 artículos, aplicando uno de los filtros que fue la relevancia, indicando que se descartaron

los artículos que no se encontraban dentro de los años de publicación 2020 al 2024, quedando un total de 18 artículos. En los 80 artículos, se realizó otra revisión donde se encontró que 13 de los artículos no contaban con la variable de estudio, por ello, fueron descartados, quedando 13 investigaciones analizadas revisando la finalidad de los artículos, del mismo modo, la metodología utilizada de las investigaciones que tomaron en cuenta la modalidad de la educación básica regular, donde finalmente quedaron 11 artículos.

Para seleccionar los trabajos se consideró una revisión sistemática que rige sobre una interrogante de investigación la cual, junto al análisis de los artículos, se realiza un análisis crítico con el resultado obtenido en cada investigación. Para esto se buscó en base de datos como ProQuest, Repositorio UCV, Repositorio ULADECH, buscando variable resolución de problemas de cantidad, empleando los conectores AND, OR.

Se planteó la siguiente ecuación canónica de búsqueda (ECB): (TITLE-ABS-KEY-AUTH (resolución AND problemas) AND TITLE-ABS-KEY (interdisciplinaridad) AND TITLE-ABS-KEY (pensamiento computacional AND trabajo colaborativo)), lo que permitió determinar que las publicaciones abordan la temática desde el 2016 al 2024, además qué autores han publicado en sus instituciones afiliadas, que instituciones patrocinan estas investigaciones y los índices h de los autores

recopilados.

Resultados

De los 80 artículos revisados con relación sobre la influencia de las herramientas digitales como recursos didácticos en la figura profesional de electromecánica. se seleccionaron 24, de los cuales los 8 primeros abordan la interdisciplinariedad como principio del programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación (Ver Tabla 1).

Titulo	Autor	Año
Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. ZDM–Mathematics	Goos et al.,	2021
Implementing interdisciplinary sustainability education with the food-energy-water (FEW) nexus.	Romulo et al.,	2024
Impact of ChatGPT on interdisciplinary nursing education and research.	Miao et al.,	2023
Making sense of interdisciplinary general education curriculum design: case study of common core curriculum at the university of Hong Kong. ECNU review of education	Lam	2023
Interdisciplinary Gamification with LKT: New Didactic Interventions in the Secondary Education classroom	Gomez	2024
Big data+ business administration: applying problem-based learning to enrich the design of interdisciplinary education	Zhang et al.,	2023
Interdisciplinary competence of primary and secondary school teachers: a systematic literature review.	Wang y Song	2024
Promoting interdisciplinary understanding in asynchronous	Kidron y Kali	2024

online courses: communities' approach	higher education A learning		
---------------------------------------	-----------------------------	--	--

Tabla 1. La interdisciplinariedad como principio Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación

Goos et al., (2023) en su investigación sobre métodos y fundamentos para conectar las disciplinas STEM similar a las usadas en el programa MACYT, encontraron que los mismos ayudan a preservar la integridad disciplinaria de las Matemáticas e ir más allá de las prácticas en el aula, dado que posicionan las Matemáticas como una herramienta para resolver problemas en otras disciplinas, En este sentido, Rómulo et al., (2024) describió 10 ejemplos de diseño curricular que ayuda a preparar a los graduados con habilidades bien definidas y preparados para abordar las necesidades laborales actuales y futura, entre las cuales de acuerdo a Miao & Ahn (2023) afirmaron que el ChatGPT sigue gozando de gran aceptación gracias a su interfaz de usuario sencilla, que oculta todos los detalles técnicos complejos.

Considerando lo anteriormente expuesto Lam (2023) señala que los responsables de políticas públicas y educadores de todo el mundo deben estructurar mejor un currículo interdisciplinario de educación general, creando una plataforma usual para futuras discusiones. También pueden integrar estos elementos y estrategias basados en la evidencia en sus prácticas cotidianas, como lo señala Gómez (2024) quienes confirmaron que la

incorporación de propuestas gamificadas a partir de metodologías y tecnologías interdisciplinarias incrementan la motivación del alumnado, despiertan el interés por la adquisición de contenidos de diferentes disciplinas y ayudan al desarrollo de aprendizajes significativos.

En este mismo contexto, Zhang et al., (2022) demostraron que diversos elementos del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), demuestran cómo se aplica el ABP en la práctica para el desarrollo de la formación interdisciplinaria en ingeniería, por lo que Wang & Sang (2024) recomiendan que las estrategias para cultivar la competencia interdisciplinaria deben centrarse en la reforma administrativa, los modelos de cooperación, las diferencias cognitivas entre docentes de diversas disciplinas y la relación entre la competencia interdisciplinaria y los factores no cognitivos, ya que de acuerdo a Kidron & Kali (2024) permitirían lograr una mejor comprensión interdisciplinaria en entornos en línea asincrónicos de educación superior.

Los próximos 6 artículos abordan el empleo y la resolución de problema como principio del Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación, cuyos principales hallazgos son descritos y analizados a continuación (Ver Tabla 2).

Título	Autor	Año
A systematic review of problem-solving skill development for students in STEM education	Giang et al.,	2024
Principles of problem-based learning (PBL) in STEM education: Using expert wisdom and research to frame educational practice	Smith et al.,	2022
The Correlation between Students' Problem-Solving Abilities and Their Mathematical Thinking in High School Mathematics Education	Firmansyah et al.,	2024
Immersive virtual reality as a tool to learn problem-solving skills	Araiza et al.,	2021
Tactical thinking and its relationship with solving mathematical problems among mathematics department students	Majeed et al.,	2021
Mathematical literacy from the perspective of solving contextual problems.	Manfreda y Hodrik	2021
Mathematics interest and reading comprehension as correlates of elementary students' mathematics problem-solving skills	Nahdi et al.,	2024
The effect of gamified adaptive intelligent tutoring system artibos on problem-solving skills.	Cetin et al.,	2023

Tabla 2. La resolución de problema como principio Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación

Giang et al., (2024) revelaron que el desarrollo de habilidades de resolución de problemas mediante metodologías STEM en los últimos años, ha sido una alternativa viable en los 11 países incluidos en una extensa base de datos, donde Indonesia se posicionó como el país con el mayor número de publicaciones sobre este tema de investigación, seguido de cerca por Turquía y Tailandia, que según Smith et al., (2022) permite el

cumplimiento de cuatro habilidades como; conocimientos, habilidades y capacidades flexibles, razonamiento metacognitivo activo y estratégico; colaboración basada en la motivación intrínseca; y resolución de problemas integrados en contextos reales y enriquecedores.

Las afirmaciones previas son ratificadas por Firmansyah et al., (2024) quienes encontraron una fuerte correlación entre el pensamiento matemático y la resolución de problemas de los alumnos de secundaria, especialmente en el ámbito numérico, lo que ofrece nuevas perspectivas para la creación de modelos de aprendizaje que mejoren simultáneamente ambas habilidades.

En este mismo orden de ideas, Araiza et al., (2021) mostraron que, en general, el porcentaje de niños que completaron el juego de resolución de problemas fue mayor en la condición de realidad virtual (77,5 %), en comparación con aquellos en las condiciones de tableta (32,5 %) o juego de mesa (30 %), habilidades que de acuerdo a Majeed et al., (2021) se logran mediante el desarrollo del pensamiento táctico para resolver problemas matemáticos.

No obstante, Manfreda & Hodnik (2021), afirman que el éxito de los estudiantes está en la resolución de no contextuales con mayor triunfo; por lo que para resolver tareas contextuales, se deben emplear estrategias completamente diferentes a las empleadas en las no contextuales; y los

estudiantes que reconocen el contenido matemático en las tareas contextuales y aplican conocimientos y procedimientos matemáticos tienen mayor éxito en la resolución de dichas tareas, es por ello que Nahdi et al., (2024) subrayan la necesidad de un enfoque holístico para la educación de la Matemática, abordar no solo los aspectos cognitivos, sino también los afectivos y de competencia lectora, lo que puede mejorar sustancialmente la capacidad de los estudiantes para resolver problemas matemáticos.

Una vez llevadas a cabo las estrategias para fomentar las Matemáticas como base para la resolución de problemas Cetin et al., (2023) recomiendan evaluar los registros del sistema para examinar los datos sobre el número de problemas resueltos, creados, resueltos correctamente, el tiempo de conexión, la tasa de resolución correcta y el tiempo promedio de resolución.

Los siguientes 6 artículos describen trabajo colaborativo como principio del Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación, cuyos principales hallazgos son descritos y analizados a continuación (Ver Tabla 3).

Titulo	Autor	Año
A historical review of collaborative learning and cooperative learning	Yang	2023
The impact of collaborative learning on learners' critical thinking skills.	Warsah et al.,	2021
Collaborative Learning with	Lee et al.,	2024

Artificial Intelligence Speakers: Pre-service Elementary Science Teachers' Responses to the Prototype		
Understanding motivation and classroom modes of regulation in collaborative learning: An exploratory study	Nakata et al.,	2022
Pedagogical models for the facilitation of teacher professional development via video-supported collaborative learning	Ramos et al.,	2022
School-based collaboration as a learning context for teachers: A systematic review.	De Jong et al.,	2022
Influence of Collaborative Learning on the Conceptualization	Animasaun et al.,	2023
Collaborative learning through online professional development.	He y Bagwell	2023

Tabla 3. Trabajo colaborativo como principio Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación

Yang (2023) destaca que el desarrollo del aprendizaje colaborativo se empieza a desarrollar en las décadas de 1960 y 1970, el cual de acuerdo a Warsah et al., (2021) tiene un impacto positivo y significativo en las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes y favorece la retención de estas habilidades, el desarrollo de una conciencia emocional, motivación para el aprendizaje, desarrollo cognitivo y amplitud de miras, por lo se recomienda que incorpore para el desarrollo de la motivación para el aprendizaje, el desarrollo cognitivo y la competencia social.

En ese orden de ideas, Lee et al., (2024) mostraron datos cualitativos donde la colaboración entre humanos e IA ayudará a la construcción de conocimiento en entornos de aula reales con el valor

agregado de acuerdo a Nakata et al., (2022) que las actividades en parejas crean un ambiente de clase positivo en el que los estudiantes se influyan y motiven mutuamente, además de la IA, Ramos et al., (2022) señalan que la video pedagogía basada en la evidencia pueden contribuir a la necesidad continua de formación adecuada para profesionales en las áreas de formación docente y desarrollo profesional.

De Jong et al., (2022) afirman que las oportunidades para desarrollar la enseñanza y el aprendizaje basados en la colaboración, se guía por las características personales al compartir, por lo cual es importante desarrollar estas habilidades entre los estudiantes. Un caso particular que debe ser considerado en el desarrollo del aprendizaje colaborativo de acuerdo con Animasaun et al., (2023) es que los estudiantes varones aplicaron las ideas y conocimientos adquiridos con mayor frecuencia que sus contrapartes femeninas.

En cambio, su capacidad para conceptualizar ideas y su rendimiento académico son similares; en el caso de los docentes He & Bagwell (2023) recomiendan expandir este espacio en línea e invitar al profesorado a participar en el aprendizaje colaborativo y el desarrollo profesional en diferentes disciplinas y contextos escolares.

Finalmente, los últimos 6 artículos abordan, Pensamiento computacional como principio del Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación cuyos principales

hallazgos son descritos y analizados a continuación (Ver Tabla 4).

Titulo	Autor	Año
Integrating computational thinking into primary and lower secondary education	Kampylis et al.,	2023
A comprehensive assessment of secondary school students' computational thinking skills	Polat et al.,	2021
Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review for secondary education	Marin et al.,	2024
A review of barriers and benefits for implementing computational thinking initiatives in secondary schools	Said et al.	2024
Assessing computational thinking abilities among Singapore secondary students: a Rasch model measurement analysis	Chan et al.,	2021
What's computational thinking? Secondary science teachers' conceptualizations of computational thinking (CT) and perceived barriers to CT integration	Kite y Park	2023
Exploratory and confirmatory factor analysis for disposition levels of computational thinking instrument among secondary school students	Sovey et al.,	2022
Gender differential item functioning analysis in measuring computational thinking disposition among secondary school students	Sovey et al.,	2022

Tabla 4. Pensamiento computacional como principio Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación

Kampylis et al., (2023) recomiendan incorporar el Pensamiento Computacional (PC) en el currículo como conjunto de habilidades transversales e incorporar las habilidades de PC en otras asignaturas como Matemáticas y tecnología,

dado que autores como Polat et al., (2021) evidencia de que el rendimiento en habilidades cognitivas (TC) que el rendimiento en Matemáticas afectó positivamente al rendimiento y la percepción del pensamiento computacional, lo cual concuerda con lo señalado por Marín et al., (2024) quienes señalan que las iniciativas implementadas han arrojado resultados positivos como mayor motivación hacia los contenidos abordados o también el desarrollo de algunas habilidades blandas, como la resolución de problemas.

El éxito del pensamiento computacional de acuerdo a Said et al., (2024) están relacionados con la capacidad de convertir a los estudiantes para que se conviertan en creadores proactivos de tecnología, en ese sentido Chan et al., (2021) señalan que la mayoría de los estudiantes varones y de noveno grado tenían un alto nivel de habilidades de pensamiento crítico, mientras que la mayoría de las estudiantes mujeres y de décimo grado, esto significa que los estudiantes de un grado tenían mayor probabilidad de obtener la respuesta correcta para el desarrollo del pensamiento crítico mediante aplicaciones informática.

Para poder desarrollar el pensamiento computacional se necesita preparación de los docentes, en este orden de ideas Kite & Park (2023) afirman que el profesorado de ciencias de secundaria: conceptualiza el Pensamiento Computacional (PC) como un tipo específico de

pensamiento que puede utilizarse para desarrollar las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes de ciencias; considera su falta de comprensión del PC como una barrera principal para la integración del PC con las ciencias; cree que sus estudiantes no están académicamente preparados para las ciencias con integración del PC; y desea que el desarrollo profesional en PC se centre en el qué, el porqué y el cómo de la integración del PC con las ciencias.

Además de la formación Sovey et al., (2022) considera la disposición de los estudiantes de informática, la cual dependen del grado de formación y género, en este mismo sentido Sovey et al., (2022) evaluó los efectos de las diferencias de género en la predisposición, donde los resultados de este estudio revelaron una diferencia significativa según el género en la predisposición de los estudiantes al pensamiento computacional, por lo que es un factor a la hora de abordar esta estrategia.

Discusión

La discusión de los hallazgos se basó en analizar el cumplimiento de 4 principios que fueron interdisciplinariedad, el trabajo colaborativo, el pensamiento computación y la capacidad de resolución de problemas mediante la aplicación del Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología en la educación secundaria través de una revisión sistemática, que considero cada uno de los

principios mencionado previamente.

En primer lugar, la interdisciplinariedad de la Matemática con arte y ciencia permite a los estudiantes permitió determinar la relevancia de las Matemáticas en diversas áreas. Según un estudio sobre el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se ha demostrado que este enfoque mejora la capacidad de los estudiantes para resolver problemas matemáticos al proporcionarles contextos significativos y situaciones reales donde apliquen sus conocimientos. Esto es fundamental, ya que el aprendizaje significativo se traduce en una mayor retención y comprensión de los conceptos matemático (Koskinen & Pitkaniemi, 2022., Tall, 2023).

Angraini et al., (2024) y Siregar et al., (2024) enfatizan la importancia del aprendizaje constructivista, donde los estudiantes construyen su conocimiento a partir de la interacción con su entorno y la resolución de problemas prácticos. Bajo esta premisa, el ABP se convierte en una metodología ideal a ser usadas en la diferente plataforma educativa incluyendo MACYT para potenciar la autonomía del estudiante Según Soriano et al., (2024), el aprendizaje basado en la experiencia es fundamental para el desarrollo de habilidades críticas y la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje.

Nissok et al., (2021) señalan que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

proporciona a los estudiantes habilidades para crear inventos e innovaciones en forma de proyectos. Además, se fomenta en los estudiantes la capacidad de presentar, dialogar y comunicarse con los demás, la originalidad, el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y la capacidad de trabajar en equipo todo esto en consonancia con las habilidades de la sociedad del conocimiento.

La educación basada en un enfoque constructivista como la que se procura en la plataforma MACYT más allá de promover una acumulación significativa de conceptos, muchos de ellos abstractos y sin vinculación práctica, busca promover el compromiso y la motivación a los alumnos de cualquier nivel, siendo el principal reto establecido durante el intercambio de conocimientos en cualquier nivel educativo. En este orden de ideas diversos estudios han reportado una cantidad importante de investigaciones que demuestran que existen una serie de estrategias didácticas que promueve la participación de los alumnos en la construcción de sus competencias mediante uso de plataformas en líneas y juegos educativos (Fazarini, et al., 2024; O'Connor et al., 2024).

En conformidad al objetivo general, se concluye que existe una correlación positiva por el desarrollo del trabajo en equipos en las actividades fomentadas en las diferentes plataformas educativas en especial si consideran herramientas digitales, es

decir la tendencia es a mayor aplicación del trabajo colaborativo utilizando herramientas digitales, mayor será el desarrollo de las habilidades socioemocionales en los estudiantes (De La Torre, 2022).

Además del trabajo colaborativo las plataformas educativas promueven el pensamiento computacional como una competencia fundamental para el siglo XXI, necesaria para avanzar en la sociedad actual. Se menciona que el pensamiento computacional está estrechamente relacionado con las habilidades blandas, como la resolución de problemas, la creatividad, la colaboración y la comunicación (Tadeu & Brigas, 2022). el cual permite resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano con principios de la informática. Además, su capacidad para resolver problemas y diseñar sistemas mediante el uso de la programación y los fundamentos de las ciencias computacionales es una de sus características como competencia del siglo XXI (Aguilera et al., 2025).

Conclusión

El Programa MACYT en Matemática, arte, ciencia y tecnología para la educación secundaria ha sido exitoso dado que su aplicación es la base fundamental para promover el aprendizaje colaborativo, pensamiento computacional, la interdisciplinariedad y la capacidad para la resolución de problemas mediante la integración del

aprendizaje de Matemáticas, arte, ciencia y tecnología, demostrando que el mismo ha mejorado el desempeño académico de los estudiantes basados en un aprendizaje bajo un enfoque constructivista.

El éxito del programa además de los aspectos motivacionales basados en estrategias con el aprendizaje colaborativo, se logran mediante el desarrollo de un pensamiento crítico y computacional que ayudan a la resolución de problemas y con ello alcanzar un aprendizaje significativo que permita dar sentido a los conocimientos en áreas abstractas como las Matemáticas además de fomentar su integración como otras disciplinas como la ciencia, tecnología y el arte.

Para la implementación de la plataforma educativa se requiere la formación del profesorado, así como de los estudiantes, para lo cual se deben considerar aspectos claves como el nivel educativo y el género, dado que se ha detectado que los alumnos varones de los años superiores tienen un mayor éxito al usar la herramientas didácticas que se plantean en las plataformas educativas, las cuales algunas de ellas resultan complejas para alumnos de niveles bajos o estudiantes femeninos, lo que pueden llevar al fracaso de la propuesta.

Referencias

Aguilera Rueda, V. J., Mejía Gracia, C. A., & Sánchez Rizo, D. E. (2025). El pensamiento computacional en el nivel superior en programas educativos no STEM: un estudio descriptivo.

Cuadernos de Investigación Educativa, 16(1). Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.18861/cied.2025.16.1.3929>

Amanda, F. F., Sumitro, S. B., Lestari, S. R., & Ibrohim, I. (2024). Enhancing critical thinking and problem-solving skills by complexity science-problem based learning model. *REMIE: Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 14(1), 96-114. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.17583/remie.9409>

Angraini, L. M., Kania, N., & Gürbüz, F. (2024). Students' Proficiency in Computational Thinking Through Constructivist Learning Theory. *International Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 2(1), 45-59. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.56855/ijmme.v2i1.963>

Animasaun, I. L., Oginni, O. I., & Onibi, A. O. (2023). Influence of Collaborative Learning on the Conceptualization of Ideas, Application of Acquired Ideas, and Academic Performance of Undergraduates. *Current Res. J. Soc. Sci. & Human.*, 6, 17. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.12944/CRJSSH.6.1.03>

Araiza Alba, P., Keane, T., Chen, W. S., & Kaufman, J. (2021). Immersive virtual reality as a tool to learn problem-solving skills. *Computers & Education*, 164, 104121. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104121>

Canoles, F. F. F. (2024). Desarrollo de Competencias Matemáticas en la Resolución de Problemas con el Uso de las TIC. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 2860-2882. Documento en línea. Disponible http://dx.doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9623

Castro, A. A. F., Véliz, V. M. B., Cordero, A. I. H., & Espinoza, V. O. E. (2024). La enseñanza de las Matemáticas en entornos virtuales: revisión bibliográfica de los últimos cinco años. *Revista Mapa*, 8(37). Documento en línea. Disponible <https://revistamapa.org/index.php/es/article/view/470>

- Cetin, İ., Erümit, A. K., Nabiyev, V., Karal, H., Kösa, T., & Kokoç, M. (2023). The effect of gamified adaptive intelligent tutoring system artibos on problem-solving skills. *Participatory Educational Research*, 10(1), 344-374. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.17275/per.23.19.10.1>
- Chan, S. W., Looi, C. K., & Sumintono, B. (2021). Assessing computational thinking abilities among Singapore secondary students: a Rasch model measurement analysis. *Journal of Computers in Education*, 8(2), 213-236. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00177-2>
- Corrales Serrano, M. (2023). Gamification and the history of art in secondary education: A didactic intervention. *Education Sciences*, 13(4), 389. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.3390/educsci13040389>
- De Jong, L., Meirink, J., & Admiraal, W. (2022). School-based collaboration as a learning context for teachers: A systematic review. *International journal of educational research*, 112, 101927. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101927>
- De La Torre, R. D. P. (2022). Trabajo colaborativo utilizando herramientas digitales en habilidades socioemocionales en estudiantes de secundaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 4769-4789. Documento en línea. Disponible http://dx.doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3780
- Diego Mantecon, J. M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., & Ortiz-Laso, Z. (2021). An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school mathematics perspective. *ZDM–Mathematics Education*, 53(5), 1137-1148. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Fazarini, P. F. A., Soepriyanto, Y., & Praherdhiono, H. (2024). Project-based Learning (PjBL) strategies with gamification. *Inovasi Kurikulum*, 21(3), 1717-1730. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.17509/jik.v21i3.65253>
- Firmansyah, E., Baluta, I. B., & Elfaituri, K. (2024). The Correlation between Students' Problem-Solving Abilities and Their Mathematical Thinking in High School Mathematics Education. *Interval: Indonesian Journal of Mathematical Education*, 2(2), 132-140. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.37251/ijome.v2i2.1343>
- Giang, N. T. C., Anh, N. T. Q., Dao, T. T., Tuan, P. A., Linh, C. T. H., & Chau, P. T. H. (2024). A systematic review of problem-solving skill development for students in STEM education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(5), 1-20. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.26803/ijlter.23.5.1>
- Gómez Trigueros, I. M. (2024). Interdisciplinary Gamification with LKT: New Didactic Interventions in the Secondary Education classroom. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 14(1), 115-133. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.17583/remie.10622>
- Goos, M., Carreira, S., & Namukasa, I. K. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. *ZDM–Mathematics Education*, 55(7), 1199-1217. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z>
- Güner, P., & Erbay, H. N. (2021). Metacognitive Skills and Problem-Solving. *International Journal of Research in Education and Science*, 7(3), 715-734. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.46328/ijres.1594>
- He, Y., & Bagwell, D. (2023). Collaborative learning through online professional development. *The Teacher Educator*, 58(1), 15-28. Documento en línea. Disponible

- <http://dx.doi.org/10.1080/08878730.2022.2051155>
- Hossein Mohand, H., Trujillo Torres, J. M., Gómez García, M., Hossein Mohand, H., & Campos Soto, A. (2021). Analysis of the use and integration of the flipped learning model, project-based learning, and gamification methodologies by secondary school mathematics teachers. *Sustainability*, 13(5), 2606. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.3390/su13052606>
- Janković, A., Maričić, M., & Cvjetićanin, S. (2024). Comparing science success of primary school students in the gamified learning environment via Kahoot and Quizizz. *Journal of Computers in Education*, 11(2), 471-494. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.1007/s40692-023-00266-y>
- Kampylis, P., Dagienė, V., Bocconi, S., Chiocciariello, A., Engelhardt, K., Stupurienė, G., ... & Earp, J. (2023). Integrating computational thinking into primary and lower secondary education. *Educational Technology & Society*, 26(2), 99-117. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.34483.54564>
- Kidron, A., & Kali, Y. (2024). Promoting interdisciplinary understanding in asynchronous online higher education courses: A learning communities' approach. *Instructional Science*, 52(1), 139-169. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.1007/s11251-023-09635-7>
- Kite, V., & Park, S. (2023). What's computational thinking? Secondary science teachers' conceptualizations of computational thinking (CT) and perceived barriers to CT integration. *Journal of Science Teacher Education*, 34(4), 391-414. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1080/1046560X.2022.2110068>
- Koskinen, R., & Pitkaniemi, H. (2022). Meaningful learning in mathematics: A research synthesis of teaching approaches. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(2), em0679. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.29333/iejme/11715>
- Lam, A. M. H. (2023). Making sense of interdisciplinary general education curriculum design: case study of common core curriculum at the university of Hong Kong. *ECNU review of education*, 6(3), 410-432. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1177/20965311221142888>
- Lazic, B., Knežević, J., & Maričić, S. (2021). The influence of project-based learning on student achievement in elementary mathematics education. *South African Journal of Education*, 41(3). Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.15700/saje.v41n3a1909>
- Lee, G. G., Mun, S., Shin, M. K., & Zhai, X. (2024). Collaborative Learning with Artificial Intelligence Speakers: Pre-service Elementary Science Teachers' Responses to the Prototype. *Science & Education*, 1-29. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.28372.07043>
- Lv, L., Zhong, B., & Liu, X. (2023). A literature review on the empirical studies of the integration of mathematics and computational thinking. *Education and Information Technologies*, 28(7), 8171-8193. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11518-2>
- Majeed, B. H., Jawad, L. F., & AlRikabi, H. (2021). Tactical thinking and its relationship with solving mathematical problems among mathematics department students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(9), 247-262. Documento en línea. Disponible https://www.researchgate.net/journal/International-Journal-of-Emerging-Technologies-in-Learning-IJET-1863-0383?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZ

[SI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19](#)

- Manfreda Kolar, V., & Hodnik, T. (2021). Mathematical literacy from the perspective of solving contextual problems. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 467-483. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.1.467>
- Marín Marín, J. A., García Tudela, P. A., & Duo Terrón, P. (2024). Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review for secondary education. *Heliyon*, 10(8). Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29177>
- Miao, H., & Ahn, H. (2023). Impact of ChatGPT on interdisciplinary nursing education and research. *Asian/Pacific Island Nursing Journal*, 7(1), e48136. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.2196/48136>
- Moral Sánchez, S. N., Rey, F. J. R., & Cebrián De La Serna, M. (2023). Analysis of artificial intelligence chatbots and satisfaction for learning in mathematics education. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (20), 1-14. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.46661/ijeri.8196>
- Nahdi, D. S., Cahyaningsih, U., Jatisunda, M. G., & Rasyid, A. (2024). Mathematics interest and reading comprehension as correlates of elementary students' mathematics problem-solving skills. *Edukasiana: Journal Inovasi Pendidikan*, 3(1), 115-127. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.56916/ejip.v3i1.510>
- Nakata, Y., Nitta, R., & Tsuda, A. (2022). Understanding motivation and classroom modes of regulation in collaborative learning: An exploratory study. *Innovation in Language Learning and Teaching*, 16(1), 14-28. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1080/17501229.2020.1846040>
- Nilsook, P., Chatwattana, P., & Seechaliao, T. (2021). The Project-Based Learning Management Process for Vocational and Technical Education. *Higher Education Studies*, 11(2), 20-29. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.5539/hes.v11n2p20>
- O'Connor, S., Power, J., Blom, N., & Tanner, D. (2024). Engineering students' perceptions of problem and project-based learning (PBL) in an online learning environment. *Australasian Journal of Engineering Education*, 29(2), 88-101. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1080/22054952.2024.2357404>
- 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. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1111/bjet.13092>
- Ramos, J. L., Cattaneo, A. A., De Jong, F. P., & Espadeiro, R. G. (2022). Pedagogical models for the facilitation of teacher professional development via video-supported collaborative learning. A review of the state of the art. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(5), 695-718. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2021.1911720>
- Rómulo, C., Venkataraman, B., Caplow, S., Ajgaonkar, S., Allen, C. R., Anandhi, A., ... & Vincent, S. G. (2024). Implementing interdisciplinary sustainability education with the food-energy-water (FEW) nexus. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1-17. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03332-7>
- Saad, A., & Zainudin, S. (2022). A review of Project-Based Learning (PBL) and Computational Thinking (CT) in teaching and learning. *Learning and Motivation*, 78, 101802. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.1016/j.lmot.2022.101802>

- Said, N. N. A., Hanafi, H. F., Naning, F. H., Alim, M. M., & Dewi, I. P. (2024). A review of barriers and benefits for implementing computational thinking initiatives in secondary schools. *Journal of ICT in Education*, 11(1), 127-140. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.37134/jictie.vol11.1.10.2024>
- Simamora, A. M. (2024). A decade of science technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PjBL): A systematic literature review. *Journal of Computers for Science and Mathematics Learning*, 1(1), 58-78. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.70232/pn3nek61>
- Siregar, T. E., Luali, N., Vinalistyosari, R. C., Hanurawan, F., & Anggraini, A. E. (2024). Implementation of Vygotsky's Constructivism Learning Theory through Project-Based Learning (PjBL) in Elementary Science Education. *Al Qalam: Journal Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan*, 18(4), 2586-2607. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.35931/aq.v18i4.3620>
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., ... & Smith, T. (2022). Principles of problem-based learning (PBL) in STEM education: Using expert wisdom and research to frame educational practice. *Education Sciences*, 12(10), 728. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.3390/educsci12100728>
- Soriano, K. M. G., Rosero, P. E. L., Guzmán, J. A. C., & Nieves, Z. J. L. (2024). Implementación en el aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la educación universitaria: impacto en la motivación y el rendimiento de los estudiantes. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), e45456-e45456. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)475](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)475)
- Sovey, S., Osman, K., & Mohd-Matore, M. E. (2022). Exploratory and confirmatory factor analysis for disposition levels of computational thinking instrument among secondary school students. *European Journal of Educational Research*, 11(2), 639-652. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.12973/eu-jer.11.2.639>
- Sovey, S., Osman, K., & Matore, M. E. E. M. (2022). Gender differential item functioning analysis in measuring computational thinking disposition among secondary school students. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 1022304. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.3389/fpsy.2022.1022304>
- Tadeu, P., & Brigas, C. (2022). Multiple intelligences and computational thinking. *Journal of Computer and Education Research*, 10(19), 1-17. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.18009/jcer.1027934>
- Tall, D. (2023). Long-term principles for meaningful teaching and learning of mathematics. In *Mathematicians' Reflections on Teaching: A Symbiosis with Mathematics Education Theories* (pp. 217-252). Cham: Springer International Publishing. Documento en línea. Disponible http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-34295-0_12
- Villamar, B. E. B., Yagual, J. G. P., Chanatasi, J. G. A., & Colorado, C. Y. S. (2024). Estrategias mediadas por IA en la enseñanza de las Matemáticas: Un enfoque interactivo. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), e45408-e45408. Documento en línea. Disponible [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)408](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)408)
- Wang, H., & Sang, L. (2024). Interdisciplinary competence of primary and secondary school teachers: a systematic literature review. *Cogent Education*, 11(1), 2378277. Documento en línea. Disponible <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2378277>
- Warsah, I., Morganna, R., Uyun, M., Afandi, M., & Hamengkubuwono, H. (2021). The impact of collaborative learning on learners' critical thinking skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 443-460. Documento en línea.

Disponible

<http://dx.doi.org/10.29333/iji.2021.14225a>

Yan, L. L. L., & Matore, M. (2023). Gamification trend in students' mathematics learning through systematic literature review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(1), 433-461. Documento en línea. Disponible <https://ijarped.com/index.php/journal/article/view/1395>

Yang, X. (2023). A historical review of collaborative learning and cooperative learning. *Tech Trends*, 67(4), 718-728. Documento en línea. Disponible <http://dx.doi.org/10.1007/s11528-022-00823-9>

Zhang, L., Zhou, C., & Sun, X. (2022). Big data+ business administration: applying problem-based learning to enrich the design of interdisciplinary education. *International Journal of Engineering Education*, 38(3), 786-798. Documento en línea. Disponible <https://www.ijee.ie/contents/c380322.html>