



Pensamiento computacional y enfoque STEAM como estrategia para fortalecer las competencias en matemáticas

Computational thinking and STEAM methodology as strategy to strength mathematical skills

Alexandra Garnica Garnica¹

agarnicag@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8884-574X>

Deixy Ximena Ramos Rivadeneira²

dxramos@unicesmag.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-9542-5823>

Recibido: 8/01/2023; Aceptado: 11/06/2023

RESUMEN

Este artículo describe la integración del pensamiento computacional y el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineer, Art, Math) con la finalidad de fortalecer las competencias matemáticas que con el paso del tiempo se han debilitado. Teniendo en cuenta el contexto educativo y numerosas investigaciones se evidenció que los estudiantes carecen de las habilidades del pensamiento de orden superior. El estudio se desarrolló en tres fases: diagnóstico de competencias, diseño y aplicación de estrategias y evaluación de competencias. La investigación se realizó bajo el paradigma positivista con enfoque cuantitativo y método empírico analítico mediante un tipo de investigación descriptiva, utilizando un diseño cuasi experimental con grupo experimental y grupo de control con pre y posprueba con la siguiente estructura: G1 O1 X O2 y G2 O3 - O4 donde el objeto de estudio fueron estudiantes de décimo año de educación básica. La recolección de información se realizó mediante rúbricas semánticas, proyecto STEAM y evaluaciones formativas. Los datos se analizaron con técnicas paramétricas mediante la distribución de probabilidad T de Student donde se comprobó que los resultados obtenidos entre el grupo experimental y el de control fue estadísticamente significativa, demostrando que este tipo de propuestas pedagógicas permitieron fortalecer las competencias matemáticas.

Palabras clave: pensamiento computacional, STEAM, fortalecimiento, estrategia, competencias matemáticas.

¹ Magíster. Ingeniería en Ciencias Computacionales. Universidad de Guayaquil. Ecuador.

² Magíster. Gestión de la Tecnología Educativa. Universidad de Pasto. Colombia.

ABSTRACT

This article describes the integration of computational thinking and the STEAM approach (Science, Technology, Engineer, Art, Math) in order to strengthen mathematical skills that have weakened over time. Considering the educational context and numerous investigations, it was evidenced that students lack higher order thinking skills. The study was carried out in three phases: diagnosis of competences, design and application of strategies and evaluation of competences. The research was carried out under the positivist paradigm with a quantitative approach and an empirical analytical method through a type of descriptive investigation, using a quasi-experimental design with an experimental group and a control group with pre and post-test with the following structure: G1 O1 X O2 and G2 O3 - O4 where the object of study were students of the tenth year of basic education. The collection of information was carried out through semantic rubrics, the STEAM project and formative evaluations. The data was analyzed with parametric techniques using the Student's T probability distribution, where it was verified that the results obtained between the experimental group and the control group were statistically significant, demonstrating that this type of pedagogical proposals allowed strengthening mathematical skills.

Keywords: computational thinking, STEAM, strengthening, strategy, math skills.

Introducción

Las tendencias mundiales en la inmersión de las tecnologías en educación se han orientado a ámbitos más específicos de profundización y aplicación, donde se activan reformas de alfabetización de competencias digitales (Polanco et al., 2021). Según Téllez (2019) la educación es un escenario cada vez más complejo debido al crecimiento de la brecha digital, es por ello, que se debe trabajar sobre competencias necesarias para dotar ciudadanos capaces de desenvolverse en este mundo globalizado.

Del mismo modo, un enfoque considera a las competencias como un conjunto de recursos mentales que logran alcanzar la realización personal, social y su integración a la sociedad del conocimiento (Vilca, 2019). La enseñanza de las matemáticas se ha convertido en un proceso educativo mecánico, procedimental y memorístico, que no ha cambiado con los años, por lo consiguiente, se evidencia en los estudiantes un rechazo, aburrimiento y desinterés en temas relacionados en el área. Según Álvarez (2021) "la memorización es empleada para aprender tareas simples, pero a medida que las tareas se complican la memorización se vuelve dañina" (p. 11).

Uno de los fracasos hacia la comprensión de las matemáticas es que los estudiantes no asimilan los temas tratados y su aplicabilidad en la vida diaria



impidiendo que encuentren sentido en aprender, ocasionando desmotivación (Alvis et al., 2019). De ahí que la educación de hoy tiene como reto explicar desde diferentes aristas las nuevas complejidades de la realidad, de donde promueven el desarrollo integral de los estudiantes desde el currículo escolar empleando estrategias innovadoras (Celis & González, 2020). Es así como Medina (2018, p.127) manifiesta que “emplear estrategias creativas mejoran la metodología que aplica el docente en el aula obteniendo como resultado un aprendizaje significativo”.

Desde la educación matemática se establecen contenidos que desarrollan algunas competencias, como es la resolución de problemas, pero teniendo puntos convergentes con el pensamiento computacional propiciando prácticas matemáticas eficaces (Alsina & Acosta Inchaustegui, 2018). Es por ello, que la aplicación del pensamiento computacional a través de la descomposición, abstracción, análisis y escritura de algoritmos en la solución de un problema coadyuvarán a fortalecer competencias comunicacionales donde se integren otras áreas del saber (Motoa, 2019).

Así pues, en el caso de Ecuador, el Currículo Priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales (Ministerio de Educación, 2021) otorgado por el Ministerio de Educación menciona al pensamiento computacional como un elemento fundamental que se trabaja de manera transversal en las áreas de matemáticas. “El desarrollo del pensamiento computacional permitirá a los estudiantes controlar la tecnología, puesto que implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano” (Téllez Ramírez, 2019, p. 25).

Una de las ventajas que se obtiene de aplicar pensamiento computacional en los procesos de clases es encontrar los puntos que tienen en común con otras áreas del currículo escolar a través del enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics). Como lo menciona Meza & Duarte (2020) el enfoque STEAM “fomenta la innovación, valora la aplicación en el mundo real, crea conocimiento del contenido y brinda oportunidades de aprendizaje práctico reinventando el aprendizaje” (p. 106).

Es por ello, que este estudio se enfocó en emplear el pensamiento computacional y la educación STEAM como estrategia educativa para fortalecer las competencias matemáticas en los estudiantes de educación básica superior y lograr un aprendizaje significativo.

Fundamentación Teórica

El término competencia matemática se refiere a las capacidades de razonar, abstraer, analizar, sistematizar y resolver problemas que fortalecen los estudiantes a lo largo de su vida escolar, de tal manera que no solo lo apliquen para la construcción de conocimientos, sino que logren usarlo en contextos fuera del aula (Ministerio de Educación, 2021b).

Por ende, el cambio de un paradigma en la enseñanza de las matemáticas implica que los docentes manejen herramientas tecnológicas y metodologías acordes a las exigencias del siglo XXI, logrando clases dinámicas instaurando en los estudiantes mayor interés (Alsina, 2018). Entonces se espera que "el docente ofrezca oportunidades donde se trabajen problemas en contextos no matemáticos para adquirir habilidades que les permitan a los estudiantes desenvolverse en situaciones de la vida" (Alsina, 2020, p. 169).

Al respecto Castillo & Tapay, (2021) menciona que "el estudiante al resolver problemas matemáticos debe comprender el porqué de las actividades, recrear visualmente la posible solución y construir sus propios conceptos para interiorizarlos y aplicarlos en su cotidianeidad" (p.11). El Ministerio de Educación menciona en el Currículo priorizado con énfasis en competencias (2021) menciona que es indispensable enfocarse en el desarrollo de las competencias que abarcan el pensamiento computacional y la ciudadanía digital.

El pensamiento computacional representa una serie de destrezas y conocimientos del siglo XXI que permite resolver problemas de una forma organizada, analíticamente y representando los datos a través de modelos y simulaciones (Marañón & González, 2021). Algunos enfatizan el Pensamiento Computacional, como "una habilidad fundamental que debe desarrollarse en todas las personas para generar nuevas formas de razonamiento, creación, expresión y resolución de problemas" (Martínez et al., 2018, p. 6).

Según Basogán et al., (2018), la historia del Pensamiento Computacional refleja la convergencia de múltiples ideas, que después de ser desarrolladas aisladamente, encontraron un efecto sinérgico cuando se aplicaron al área de la educación, y en particular a los procesos que implican sistemas complejos para la creación de métodos novedosos. En cambio, para Pérez (2019) el pensamiento computacional es la habilidad para resolver problemas considerando los conceptos informáticos y programación.

Es así como en algunos países europeos y en Japón se han enfocado en el desarrollo del pensamiento computacional desde edades tempranas, como "una forma de liderar la revolución digital mundial masificando el uso del computador en las aulas como una forma de apoyar la enseñanza de otras materias" (Rodríguez, 2018, p. 14).

Según Cabrera citado por Rodríguez Moreno et al., (2019) menciona que Estonia en el 2012 fue el primer país europeo que fomentó el uso de la programación y el pensamiento computacional como un recurso educativo obligatorio en colegios para que enseñen a niños a partir de los 6 años programación a través de su proyecto ProgeTiger, el cual tiene dos componentes: dar a todas las escuelas la oportunidad de formar su propio club de programación o que integren la programación informática en el plan de estudios. Actualmente, la mejora que mencionado país había experimentado en los resultados educativos se debía en gran medida al uso de la programación como recurso educativo en matemáticas y otras asignaturas.



De la misma forma el Programa Internacional de Evaluación de los Alumnos - PISA (2021), se centrará en la evaluación de la competencia matemática como materia principal y medirá también el pensamiento computacional del alumnado como parte de su práctica de resolución de problemas.

Según el reporte del Instituto Nacional de Evaluación Educativa y el OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) (INEVAL, 2018) Ecuador participó por primera vez en las pruebas PISA- D (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes para el desarrollo) cuyo objetivo es medir la capacidad de resolver problemas matemáticos, en donde el 70,9% de los estudiantes no alcanzaron en Matemáticas el nivel 2, categorizado como el nivel de desempeño básico. El desempeño promedio de Ecuador fue de 377 sobre 1.000. Conviene destacar que en base a los resultados de las pruebas PISA- D la inclusión del pensamiento computacional se vuelve prioritario puesto que conlleva a los alumnos a construir la solución basados en su propia reflexión integrando el enfoque STEAM (Molina et al., 2020).

En una educación basada en STEAM, los estudiantes aprenden a trabajar en equipo resolviendo problemas reales de forma creativa, aumentando el pensamiento crítico, su autoestima y la experimentación permitiendo retener los conceptos aprendidos (Asinc & Alvarado, 2019). Del mismo modo, García & García (2020) realizaron una investigación analizando la metodología STEAM como estrategia de aprendizaje fomentando competencias transversales como el aprendizaje colaborativo a través del razonamiento basado en casos reales. Por otro lado, Conde et al., (2021) mencionan que la educación STEAM fomenta la innovación, valora la aplicación en el mundo real, crea conocimiento del contenido y brinda oportunidades de aprendizaje práctico para los estudiantes.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo el paradigma positivista, puesto que se sustentó en la comprobación de la hipótesis por medios estadísticos, desde un enfoque cuantitativo y un método de investigación descriptiva. Sobre la investigación cuantitativa Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018) afirman: "Los datos se encuentran en forma de números (cantidades) y, por tanto, su recolección se fundamenta en la medición. Esta recolección se lleva a cabo utilizando procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica" (p.45). Así mismo, la definición sobre la investigación descriptiva como lo indica Hernández (2018) en este método se describe las características de la población centrándose en brindar información acerca del qué y cómo relativo al problema de investigación.

En esta investigación se consideró como fundamentación teórica los resultados de la prueba PISA-D que se aplica a estudiantes de 15 años, la cual permite obtener un perfil de las competencias matemáticas en discentes que están por concluir el nivel de educación básica. Es por ello, que la población para este estudio correspondió a los 5 paralelos de décimo año (10mo A, 10mo B, 10mo C, 10mo D y 10mo E) de educación general básica de la Unidad Educativa Abdón Calderón

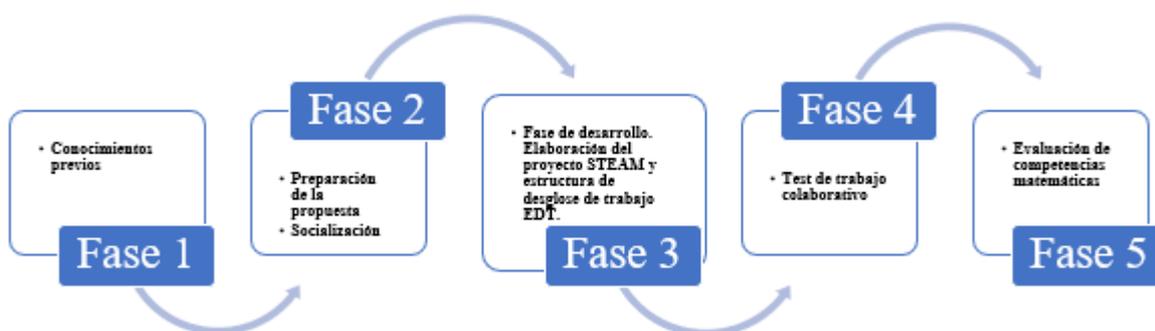
matriculados en la jornada matutina. Además, teniendo en cuenta que la investigación planteó un diseño de investigación cuasi experimental, se realizó un muestreo por conveniencia tomando una muestra de 2 paralelos: grupo experimental (G1) y grupo de control (G2).

En este estudio se empleó el método empírico analítico bajo un enfoque cuantitativo empleando técnicas estadísticas para verificar la hipótesis que a través de la implementación de una estrategia pedagógica basada en pensamiento computacional y enfoque STEAM se fortalecerá las competencias matemáticas. El diseño cuasi experimental de investigación que se aplicó fue G1 O1 X O2 y G2 O3 - O4, el cual contempló dos grupos de discentes: un grupo experimental (G1) conformado por 25 estudiantes de Décimo año de educación básica matriculados en el periodo lectivo 2022, a los cuales se les aplicó el tratamiento experimental (X) que consistió en una estrategia basada en pensamiento computacional y STEAM, para luego aplicarles una posprueba (O2). La aplicación de esta estrategia tuvo una duración de dos meses.

En el tratamiento experimental X se contempló las áreas de Science, Technology & Engineering, Mathematics y Art puesto que está basado en el enfoque STEAM, sin embargo, para determinar la incidencia del tratamiento se consideró solo el área de matemáticas para demostrar el fortalecimiento de sus competencias cuyos bloques curriculares fueron: números reales, funciones lineales, sistemas de ecuaciones lineales, funciones y ecuaciones cuadráticas.

Así mismo, se contó con un grupo de control (G2) conformado por estudiantes de Décimo de la misma Institución correspondiente a otro paralelo, a los cuales se les aplicó una preprueba O3, pero no el tratamiento experimental X, para luego aplicar una posprueba O4. La investigación cuantitativa analizó el comportamiento de las variables dependientes para obtener un alcance explicativo y los datos obtenidos se analizaron con la técnica de análisis paramétrico a través de las pruebas t de Student relacionadas.

En la figura 1 se presenta la secuencia de construcción de la estrategia basada en pensamiento computacional y enfoque STEAM, que se describe a continuación:





Fase 1: Conocimientos previos

En la fase 1 se realizó la preprueba O1 al grupo experimental y la preprueba O3 al grupo de control para verificar las competencias matemáticas, las cuales ayudaron a determinar la estrategia relacionadas a fortalecer las competencias matemáticas.

Fase 2: Preparación y Socialización de propuesta

El objetivo de esta fase fue que los estudiantes comprendieran el objetivo del proyecto y el proceso de ejecución. Para aquello, se socializó el tratamiento experimental X que consistió en emplear tres instrumentos, los cuales se derivan de PISA 2022 Mathematics Framework (OECD, 2018) para reflejar los fenómenos matemáticos que subyacen a clases de problemas, estructura general de las matemáticas y las principales líneas de los currículos. Dichos instrumentos son los siguientes: Proyecto STEAM y estructura de desglose de trabajo (EDT), Test de trabajo colaborativo y Evaluación formativa.

Fase 3: Proyecto STEAM y estructura de desglose de trabajo (EDT)

Consistió en elaborar un proyecto STEAM llamado "Naturistas 2.0" cuyo objetivo era indagar y explicar por medio de modelos matemáticos el funcionamiento de la ecolocalización y su aplicabilidad en el entorno involucrando las dimensiones del pensamiento computacional. Este proyecto fue ejecutado por el grupo experimental G1 y contempló las áreas de Science, Technology & Engineering, Mathematics y Art. En Science realizaron una investigación sobre animales que emplean la ecolocalización; en Technology & Engineering diseñaron un prototipo de ecolocalización utilizando elementos electrónicos y programación en Arduino; en Mathematics descubrieron las ecuaciones lineales y cuadráticas para determinar la distancia que viaja el sonido y cómo se aplica la ecolocalización; en Art elaboraron una infografía con toda la información recolectada, los hallazgos matemáticos y formas de emplear la ecolocalización en nuestra sociedad.

Para desarrollar el proyecto STEAM se elaboró una estructura de desglose de trabajo a través de las etapas del proceso creativo que son: reconocer e Idear, definir y planificar, ejecutar/colaborar, testear/evaluar, y presentar, las cuales fueron basadas en las dimensiones del pensamiento computacional, la cual se aprecia en la figura 2.

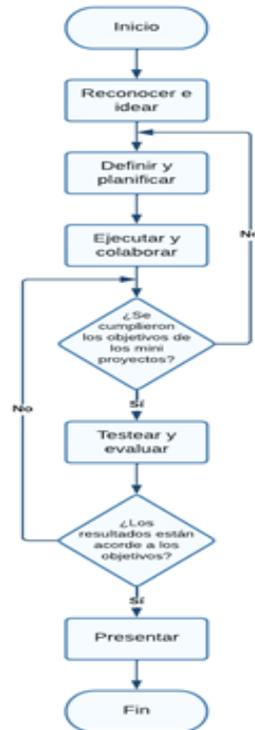
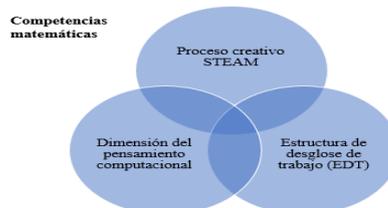


Figura 2: Estructura de desglose de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Durante la elaboración de los proyectos se entregó al grupo experimental G1 herramientas que permitieron dar seguimiento al progreso de su trabajo analizando su estructura de desglose de trabajo y estas fueron: Listado de Requisitos, Planificaciones por cada área, Organigrama de desglose de trabajo, Entregables, roles y responsabilidades en el grupo y manejo de riesgos.

En la figura 3 se presenta el modelo para fortalecer competencias matemáticas a partir de pensamiento computacional y enfoque STEAM, en la cual se basó el proyecto experimental.



Garnica, Ramos
Pensamiento computacional y enfoque STEAM como estrategia para fortalecer las competencias en matemáticas



En la tabla 1 se muestra una guía didáctica para fortalecer el proyecto STEAM basados en la dimensión del pensamiento computacional su relación con el proceso creativo y la estructura de desglose de trabajo EDT.

Figura 3: Modelo para adquirir competencias matemáticas a partir de pensamiento computacional y enfoque STEAM
Fuente: Elaboración propia

Tabla 1: Guía didáctica para fortalecer las competencias matemáticas a partir del pensamiento computacional y STEAM

Objetivo: Indagar y explicar por medio de modelos matemáticos el funcionamiento de la ecolocalización y su aplicabilidad en el entorno involucrando las dimensiones del pensamiento computacional.

Proyecto STEAM "Naturista 2.0"

Proyecto Science: Elabora un informe sobre animales que emplean la ecolocalización.

Proyecto Technology & Engineering: Diseña un prototipo de ecolocalización utilizando elementos electrónicos y programación en Arduino

Proyecto Mathematics: Establece la distancia que viaja el sonido y representa de manera gráfica cómo se aplica la ecolocalización a través de ecuaciones lineales y cuadráticas.

Proyecto Art: Crea y presenta una infografía con toda la información recolectada, los hallazgos matemáticos y formas de emplear la ecolocalización en nuestra sociedad.

Dimensión del pensamiento computacional	Proceso creativo STEAM	Estructura de desglose de trabajo (EDT)
Secuencias y nociones algorítmicas	Reconocer e idear	Listado de requisitos
Pensamiento lógico Abstracción y descomposición	Definir y planificar	Planificaciones por cada prueba.

		Organigrama de desglose de trabajo
Paralelismo y sincronización mediante eventos	Ejecutar y colaborar	Entregables Roles y responsabilidades en el grupo
Detección de errores	Testear y evaluar	Manejo de riesgos
Representación de la información	Presentar	

Fuente: Elaboración propia

Fase 4: Test de trabajo colaborativo

Según Álvarez (2020, p. 53) una autoevaluación favorece una mayor implicación del estudiante y genera conciencia del propio aprendizaje. Este instrumento se empleó con el grupo experimental G1 una vez culminado el desarrollo del proyecto STEAM para que se evalúen a través de una rúbrica para mejorar su trabajo en equipo recibiendo una retroalimentación de sus resultados por parte del docente al finalizar el proceso.

Fase 5: Evaluación de competencias matemáticas

Para medir y comparar las competencias matemáticas obtenidos por el grupo experimental G1, después de la aplicación de la estrategia, se aplicó la posprueba O2 el cual estuvo diseñado de acuerdo a las destrezas de numeración, operaciones básicas, conversiones simples de medidas y los grupos temáticos Números, función lineal y álgebra dados por Instituto Nacional de Evaluación Educativa para el proyecto Ser Estudiante (INEVAL, 2020) que monitorea la calidad de aprendizaje como componente del Sistema Nacional de Educación. Así mismo, se aplicó la posprueba O4 al grupo de control G2 el cual mantuvo el mismo diseño que la posprueba del grupo experimental.

Resultados y discusión

La investigación se llevó con dos grupos: experimental G1 y control G2. Cada grupo estuvo conformado por 25 estudiantes de 10mo año de educación general básica de la jornada matutina de Unidad educativa bilingüe particular Abdón Calderón.

En la fase 3 de desarrollo de proyecto STEAM "Naturista 2.0" se empleó una rúbrica que se aprecia en la tabla 2, el cual estuvo sujeto a diferentes indicadores de evaluación, el cual permitió medir los trabajos realizados en Science, Technology & Engineering, Art, Mathematics.

Garnica, Ramos

Pensamiento computacional y enfoque STEAM como estrategia para fortalecer las competencias en matemáticas



Tabla 2: Rúbrica del proyecto STEAM

Aspectos a evaluar		Nivel de desempeño				
		Muy superior (4)	Superior (3)	Medio (2)	Bajo (1)	
Componentes y destrezas	S	Comprenden el funcionamiento de la ecolocalización en animales y su aplicabilidad en el entorno humano contrastando información procedente de dos o más fuentes, de forma planificada y con el debido acompañamiento, evaluando su fiabilidad.				
	T	Emplean el pensamiento lógico, el pensamiento algorítmico (lógica booleana, bucles, procesamiento de información), la descomposición, la abstracción, la depuración, la validación de soluciones y el reconocimiento de patrones al momento de crear la programación de los sensores ultrasónicos.				
	E	Emplean el pensamiento lógico, analítico y creativo al momento de crear un prototipo electrónico con materiales como: sensores ultrasónicos, led, buzzer, Arduino, jumper, resistencias.				
	A	Generan presentaciones artísticas como forma de expresión, representación y comunicación de emociones, vivencias e ideas en distintas situaciones evidenciando el trabajo realizado con la ecolocalización.				
	M	Interpretan situaciones de la vida cotidiana, proporcionando una representación matemática de las mismas mediante conceptos y herramientas para determinar ecuaciones de la recta y sus pares ordenados a través de la medición de la distancia.				

Fuente: Elaboración propia

Una vez concluida la presentación de los proyectos se aplicó el test de trabajo colaborativo al grupo experimental compuesto por 25 estudiantes en total; cada miembro del grupo valoró el trabajo interno y se muestran sus resultados de manera individual en la tabla 3.

Tabla 3: Resultados de rúbrica de trabajo colaborativo

RÚBRICA DEL TRABAJO EN EQUIPO				
Categoría	4 Excelente	3 Satisfactorio	2 Mejorable	1 insuficiente

Participación y colaboración	Todos los miembros del equipo han participado activamente.	La mayor parte de los miembros del equipo han participado activamente	La mitad de los miembros del equipo han participado activamente	Solo un miembro del equipo ha participado activamente
Distribución de las actividades	Las actividades de cada mini proyecto se han repartido de manera equitativa entre los miembros del equipo.	La mayor parte de las actividades de cada mini proyecto se han repartido de manera equitativa entre los miembros del equipo.	Solo la mitad de las actividades de cada mini proyecto se han repartido de manera equitativa entre los miembros del equipo.	Existió un mal reparto de las actividades de cada mini proyecto entre los miembros del equipo.
Interacción entre los miembros del equipo	Durante la realización de todas las actividades han expresado sus opiniones y han sido respetadas al punto de llegar a un consenso.	Durante la realización de la mayor parte de las actividades han expresado sus opiniones y han sido respetadas al punto de llegar a un consenso	Durante la realización de las actividades, solo la mitad de los miembros del equipo han expresado sus opiniones al punto de llegar a un consenso.	Durante la realización de las actividades, solo una persona expresa sus opiniones. No existió dialogo imponiendo sus ideas.
Funciones y responsabilidades	Todos los miembros del equipo han ejercido muy bien sus funciones.	La mayor parte de los miembros del equipo han ejercido muy bien sus funciones.	Solo la mitad de los miembros del equipo han ejercido muy bien sus funciones.	Solo un miembro del equipo ejerció muy bien sus funciones.

Fuente: Elaboración propia

La posprueba O2 y O4 estuvo conformada por preguntas de base estructurada relacionadas con la lógica y conjuntos, conjuntos numéricos, sistemas de



ecuaciones lineales y funciones donde se fortalece las competencias matemáticas. El resultado de las pospruebas del grupo experimental y del grupo de control fueron comparados y se muestran en un breve análisis en la tabla 4.

Tabla 4: Prueba T de Student

	<i>Grupo experimental</i> G_1	<i>Grupo de control</i> G_2
Media	8,864	7,3476
Varianza	1,02375833	2,875944
Observaciones	25	25
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	39	
Estadístico t	3,83944147	
P($T \leq t$) una cola	0,00022059	
Valor crítico de t (una cola)	1,68487512	
P($T \leq t$) dos colas	0,00044118	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02269092	

Fuente: Elaboración propia

Los análisis estadísticos expresados en la tabla 4 se observan los resultados obtenidos por las pospruebas y se aplicó una técnica de análisis paramétrico mediante la distribución de probabilidad T de Student en la cual se puede determinar que la media total de las pospruebas tiene un ligero cambio. Para efecto de este trabajo se determinó que el nivel de significancia es el 5% obteniendo como resultado del grupo experimental G_1 el valor estadístico T (3,83944147) mayor tanto al valor crítico de T de una cola (1,6848512) como el valor crítico para dos colas (2,02269092) y el valor de p (para una y dos colas) es menor al 5%. Por lo que se determina que la diferencia de los resultados entre el grupo experimental y grupo de control es estadísticamente significativa para $T=5\%$. Al analizar los resultados cuantitativos, además de tener una leve mejora en las calificaciones, se ha visto una buena aceptación de la estrategia entre los estudiantes.

Conclusiones

En este sentido, se da lugar a la aceptación de la hipótesis planteada en el trabajo de investigación: Existe una diferencia estadísticamente significativa en el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes de Décimo año de educación básica después de ser fortalecidas por medio de estrategias relacionadas con el pensamiento computacional y enfoque STEAM.

La evaluación del rendimiento de los estudiantes permitió afirmar que se obtienen buenos resultados cuando se conoce las principales dificultades que atraviesan los discentes de esa manera se puede determinar las principales competencias matemáticas que se desean fortalecer en concordancias con las competencias del siglo XXI para establecer estrategias atractivas e innovadoras.

Segmentar el desarrollo del proyecto STEAM en una estructura de desglose de trabajo a través de las etapas del proceso creativo como reconocer e Idear, definir y planificar, ejecutar/colaborar, testear/evaluar, y presentar, en conjunto con las dimensiones del pensamiento computacional lograron que los estudiantes obtengan una perspectiva funcional de su trabajo y que el alcance del proyecto sea coherente.

La implementación de la estrategia basada en pensamiento computacional y STEAM permitió que los estudiantes se enfocaran en la comprensión de la resolución de problemas matemáticos y su aplicabilidad de funciones lineales y álgebra en diferentes áreas del saber cómo son ciencia, tecnología, ingeniería y arte.

El análisis paramétrico realizado demuestra que existe una ligera diferencia entre los registros de evaluación obtenidos, es por ello, que la prueba experimental propuesta frente a metodologías y estrategias tradicionales logró alcanzar fortalecer competencias como la descomposición, abstracción, análisis y resolución de problemas relacionadas con las competencias matemáticas y el pensamiento computacional.

Después de esta experiencia, es necesario contemplar la inclusión de estrategias basadas en pensamiento computacional y STEAM en el currículo escolar desde edades tempranas para fortalecer competencias en diferentes áreas.

Referencias bibliográficas

- A. Conde, M., Rodríguez-Sedano, F., Fernández-Llamas, C., & García-Peñalvo, F. (2021). *Evaluation of the application of robotics and physical devices to facilitate STEAM integration and Computational Thinking Development*. 335-340. <https://doi.org/10.26754/cinaic.2021.0065>
- Alsina, Á. (2018). *INVESTIGACIÓN La evaluación de la competencia matemática: ideas clave y recursos para el aula* (Vol. 98).
- Alsina, Á. (2020). *Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil*. <http://www.fisem.org/www/index.phphttps://union.fespm.es/index.php/UNION>
- Alsina, Á., & Acosta Inchaustegui, Y. (2018). *Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del pensamiento computacional: una experiencia sobre*



- patrones con robots educativos programables.
www.fisem.org/web/unionhttp://www.revistaunion.org
- Álvarez, A. (2021). *¿Por qué los estudiantes de Educación Básica Superior no aprueban la prueba PISA-D? Why do not junior high students pass the PISA-D test?* <https://orcid.org/0000-0002-5137-1843>
- Álvarez, J. (2020). *The power of anticipation in assessment: mock exams and rubrics in Higher Education.*
- Alvis, J., Aldana, E., & Caicedo, S. (2019). *Los ambientes de aprendizaje reales como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de básica secundaria.* *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 10(1), 135-147. <https://doi.org/10.19053/20278306.v10.n1.2019.10018>
- Asinc, E., & Alvarado, S. (2019). *STEAM COMO ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO E INCLUSIVO PARA DESARROLLAR LAS POTENCIALIDADES Y COMPETENCIAS ACTUALES.*
- Celis, D., & González, R. (2020). *Contribution of the Steam Methodology in the curricular processes.* <https://orcid.org/0000-0001->
- García, R., & García, C. (2020). *STEAM methodology and its use in Mathematics for high school students in times of pandemic Covid-19.* 6(2), 163-180. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1212>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.*
- INEVAL. (2018). *CIE_ResumenEjecutivoPISA18_20181123.* <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:03be5461-2c86-4663-a052-c224c3f8b617/pisa2018-oe-resumenejecutivo.pdf>
- INEVAL. (2020). *Ser Estudiante - Décimo EGB.*
- López Simó, V., Couso Lagarón, D., & Simarro Rodríguez, 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 (RED)*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Marañón, Ó., & González, H. (2021). *Una revisión narrativa sobre el pensamiento computacional en Educación Secundaria Obligatoria.* *Contextos Educativos.* *Revista de Educación*, 27, 169-182. <https://doi.org/10.18172/con.4644>
- Martínez, S., Ramos, L., Maya, N., & Parra, L. (2018). *Guía Metodológica para medir las TIC en Educación.*
- Medina, M. (2018). *ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO LÓGICO-MATEMÁTICO.*
- Meza, H., & Duarte, E. (2020). *La metodología STEAM en el desarrollo de competencias y la resolución de problemas.* En II Congreso Internacional de Educación: UNA nueva mirada en la mediación pedagógica (pp. 106-123).
- Ministerio de Educación. (2021a). *CURRÍCULO PRIORIZADO CON ÉNFASIS EN COMPETENCIAS COMUNICACIONALES, MATEMÁTICAS, DIGITALES Y SOCIOEMOCIONALES.* www.educacion.gob.ec
- Ministerio de Educación. (2021b). *Guía metodológica de competencias Matemáticas.* www.educacion.gob.ec
- Molina, Á., Adamuz, N., & Bracho, R. (2020). *La resolución de problemas basada en el método de Polya usando el pensamiento computacional y Scratch con*

- estudiantes de Educación Secundaria*. *Aula Abierta*, 49(1), 55-64. <https://doi.org/10.17811/RIFIE.49.1.2020.83-90>
- Pérez, H. O., Álvarez, A., & Guevara, C. R. (2019). *Dominio de habilidades del pensamiento computacional en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Sucre de Quito - Ecuador*. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite.394221>
- Rodríguez, A. (2018). Desarrollo Del Pensamiento Computacional Con LEGO Mindstorm Dirigido A Estudiantes.
- Rodríguez Moreno, J., Molina Jaén, M. D., & Martínez Labella, M. J. (2019). Análisis de la importancia de la programación didáctica en la gestión docente del aula y del proceso educativo.
- Téllez Ramírez, M. (2019). Pensamiento Computacional en el siglo XXI.
- Vilca, C. (2019). RESOLUTION OF PROBLEMS AS A STRATEGY IN THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL COMPETENCES IN SECONDARY STUDENTS. 8(2), 1028-1036. <https://doi.org/10.26788/riepg.2019.2.123>