



REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 2, Número 3
Julio-Septiembre 2025

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 2, Número 3
julio-septiembre 2025

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 2, Núm. 3, julio-septiembre 2025, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 julio 2025.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 2, Número 3, 2025, julio-septiembre

DOI: <https://doi.org/10.71112/9fre4n15>

**IMPLEMENTACIÓN DEL ENFOQUE STEAM COMO ESTRATEGIA PARA EL
DESARROLLO DE COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS EN LA
ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**

**IMPLEMENTATION OF THE STEAM APPROACH AS A STRATEGY FOR
DEVELOPING GENERAL AND SPECIFIC COMPETENCIES IN CHEMISTRY
EDUCATION**

Juan Alberto Paredes Santos

Judith Martínez-Alonzo

Wanda Marina-Román Santana

República Dominicana

Implementación del enfoque STEAM como estrategia para el desarrollo de competencias generales y específicas en la enseñanza de la Química

Implementation of the STEAM approach as a strategy for developing general and specific competencies in Chemistry education

Juan Alberto Paredes Santos

jparedes14@uasd.edu.do

<https://orcid.org/0009-0001-0360-6556>

Universidad Autónoma de Santo Domingo

(UASD)

República Dominicana

Wanda Marina-Román Santana

wandaroman2975@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9205-3200>

Universidad Autónoma de Santo Domingo

(UASD)

República Dominicana

Judith Martínez-Alonzo

jmartinez86@uasd.edu.do

<https://orcid.org/0000-0002-8313-3356>

Universidad Autónoma de Santo Domingo

(UASD)

República Dominicana

RESUMEN

Esta investigación promueve una formación centrada en la aplicación práctica del conocimiento, integrando tecnología, ciencia y disciplinas creativas, con el propósito de desarrollar al máximo las competencias de los estudiantes y potenciar su papel como creadores, más allá de simples consumidores de tecnología. No obstante, las aulas dominicanas presentan limitaciones para facilitar procesos interactivos, a pesar de contar con recursos como software educativo y acceso a la información. Esta brecha en los resultados

académicos podría explicarse por la escasa implementación de metodologías activas orientadas al desarrollo de competencias. En respuesta a esta problemática, se propuso la enseñanza de la Química desde un enfoque teórico-experimental bajo el modelo STEAM, como estrategia para fortalecer competencias generales y específicas. El estudio, de enfoque mixto y diseño preexperimental, fue aplicado a 48 estudiantes de quinto grado de secundaria del Liceo Hernán José Sánchez, distribuidos en un grupo control y un grupo experimental. Los resultados evidencian una progresión significativa de niveles pre formales hacia niveles resolutivos y estratégicos, asociados al desarrollo de pensamiento ético, analítico-creativo y transdisciplinario, orientado a la resolución de problemas.

Palabras clave: Interdisciplinar; competencia; Metodología STEAM; enseñanza teórico-práctica; resolución de problemas.

ABSTRACT

This research promotes a training approach focused on the practical application of knowledge, integrating technology, science, and creative disciplines, with the aim of maximizing students' competencies and strengthening their role as creators rather than mere consumers of technology. However, Dominican classrooms face limitations in facilitating interactive processes, despite having access to educational software and information resources. This gap in academic performance may be attributed to the limited implementation of active methodologies aimed at competency development. In response to this issue, a theoretical-experimental approach to Chemistry instruction was proposed under the STEAM model as a strategy to enhance both general and specific competencies. The study, based on a mixed-methods approach and a pre-experimental design, was conducted with 48 fifth-grade secondary students from the Hernán José Sánchez High School, divided into a control group and an experimental group. The results show a significant progression from pre-formal levels to

problem-solving and strategic levels, associated with the development of ethical, analytical-creative, and transdisciplinary thinking oriented toward problem solving.

Keywords: Interdisciplinary; competency; STEAM methodology; theoretical-practical teaching; problem solving.

Recibido: 5 de agosto 2025 | Aceptado: 21 de agosto 2025

INTRODUCCIÓN

STEAM es la sigla en inglés que agrupa y relaciona a las áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas. Fue en la década de los 90 cuando se introdujo el termino STEM por primera vez, por la Fundación Nacional para la Ciencia en Estados Unidos, la cual fomenta la tecnología y la investigación científica (Asinc et al., 2019). Es un enfoque que permite enlazar objetivos de aprendizaje de diferentes asignaturas con vivencias del mundo real, donde los estudiantes puedan aplicar competencias contextualizadas a su entorno escolar y comunidad en el ámbito del mundo digital. Es un enfoque integrador que fomenta la motivación y el interés de los alumnos a medida que desarrolla una serie de habilidades imprescindibles, (ISTE,2023). Debido a su naturaleza interdisciplinaria el enfoque STEAM reinventa el aprendizaje promoviendo la colaboración casi en todas las disciplinas.

Es una metodología basada en la resolución de problemas, a través del cual se pueden realizar cuestionamientos, estudiar fenómenos u objetos, buscar antecedentes e indagar sobre temáticas importantes que afecten su entorno además se direcciona a una formación fundamentada en la práctica de conocimientos adquiridos conectando a la tecnología y la ciencia, áreas creativas y constructivas.

STEAM es el acrónimo en inglés para Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics, y surge como evolución del modelo STEM al incorporar las artes como motor de

creatividad en la educación (Weyer, 2022; Amanova et al., 2025). El término STEM fue acuñado en la década de 1990 por la National Science Foundation en los EE.UU. Para promover la investigación y la tecnología (Aminah, 2022). STEAM vincula objetivos de aprendizaje de diversas disciplinas con experiencias reales, permitiendo que los alumnos apliquen competencias contextualizadas en su entorno digital, escolar y comunitario (Jia, 2021; Spyropoulou et al., 2023).

Este enfoque integrador aumenta la motivación e interés estudiantil, potenciando habilidades esenciales como la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Spyropoulou et al., 2023; Santillán et al., 2020). Por su carácter interdisciplinario, STEAM reinventa el aprendizaje mediante la colaboración y el pensamiento transdisciplinario (Milara & Orduña, 2024; Olivato & Silva, 2023).

Es una metodología basada en problematización e investigación: permite formular preguntas, estudiar fenómenos, indagar antecedentes y enfrentar temáticas relevantes para el entorno local, articulando tecnología, ciencia y áreas creativas constructivas (Santos, 2023; Moraes et al., 2025).

La fragmentación disciplinar reduce la complejidad auténtica de las ciencias. Galati (2018) observa que se ha normalizado aislar disciplinas en lugar de integrarlas, y "... todas las disciplinas son complejas ..." (Galati, 2018). Investigadores como García-Carmona (2020, p. 40) consideran la educación STEAM como "un reto complejo dentro de la realidad educativa actual" (García-Carmona, 2020).

STEAM trasciende el enfoque tradicional en ciencias al interrelacionarlas con otras áreas. Este enfoque mejora los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante el aprendizaje significativo y constructivista, en el que docentes y estudiantes desempeñan roles activos en la planificación y ejecución del proyecto (Armijos & Dután, 2022)

Las aulas STEAM emulan laboratorios del siglo XXI: combinan herramientas digitales y físicas para desarrollar una comprensión interdisciplinaria del mundo real y preparar a los estudiantes para desafíos contemporáneos mediante innovación y adaptabilidad (Mineduc, 2021; Weyer, 2022).

Herro y Quiggley (2016) enfatizan la necesidad de experiencias auténticas de aprendizaje interdisciplinar que integren problemas reales del mundo y promuevan el pensamiento crítico y creativo. En República Dominicana, como en otros países, el enfoque por competencias ha ganado relevancia frente a la educación tradicional basada en memorización pasiva; promueve habilidades aplicables y mejora el desempeño académico (Ramírez, 2020; Neira, 2022).

Un alto desempeño académico también impacta positivamente la autoconfianza y autoestima estudiantil, facilitando oportunidades educativas y laborales futuras (Neira, 2022). Las instituciones deben equilibrar desempeño académico con desarrollo de competencias mediante evaluación significativa y contextualizada (Perelejo, 2018).

En pedagogía química, la formación a través de actividades innovadoras y prácticas ha demostrado reducir barreras de aprendizaje y permitir el desarrollo efectivo de competencias (Burbano, 2020; Santiago, 2020). La resolución de problemas mediante experiencias prácticas mejora el aprendizaje significativo, fomentando que los estudiantes sean creadores activos, no solo consumidores de tecnología (RCSA, 2021; Santiago, 2020). La interdisciplinariedad es clave: ningún fenómeno existe aisladamente. Relacionar disciplinas permite observar interacción entre métodos, procedimientos y contenidos (López Huancayo, 2019)

Independientemente del área, las ciencias estas son consideradas como complejas, este aspecto muestra también el lado negativo de la fragmentación disciplinar existente de esta con otras áreas. Sí tenemos que especificar y destacar que todas las disciplinas son complejas, es porque se encuentra naturalizado en nosotros, aislar las disciplinas en lugar de asociarlas

(Galati,2018). Es por esto por lo que investigadores como García-Carmona (2020) aprecian la Educación STEAM como un reto complejo dentro de la realidad educativa actual” (p. 40).

Sin embargo, la metodología STEAM al asociar distintas disciplinas permite sacar de la tradición convencional al área científica. Esto conlleva a una mejora los procesos de enseñanza y aprendizaje así que este enfoque promueve el aprendizaje significativo, puesto que se asienta en un lineamiento constructivista, teniendo tanto el docente como el alumno un rol de gran importancia en la planificación y desarrollo del proyecto (Armijos y Dután, 2022).

La metodología STEAM crea espacios que promueven de manera significativa el aprendizaje, con orientación holística y contextualizada en el alumno. Así como la promoción de habilidades y destrezas sociales para la solución de problemas, desafíos y oportunidades digitales, estrategias con enfoque creativo y la capacidad integral humana (Santillán et al. 2020).

Así, el profesor planifica la enseñanza de forma que se desarrollen las competencias científicas en los alumnos para que sean capaces de reconocer la influencia que han tenido las ciencias, en especial, la química y su significancia para el desarrollo de las sociedades (Pereira, 2021). El proveer a los estudiantes de un aprendizaje con significancia requiere de un componente adicional a únicamente organizar y enseñar conceptos, se debe motivar, experimentar, analizar, evaluar y utilizar evidencias (Vizcarra, 2021).

Todo proceso de formación en química para el proceso de enseñanza y aprendizaje se reconoce por su importancia y complejidad, lo que ha llevado a la pedagogía de las ciencias a situarse en la adecuación y puesta en marcha de actividades innovadoras, para lograr minimizar los problemas que se puedan presentar a lo largo de este proceso (Burbano, 2020).

El diseño de las experiencias prácticas encaminado hacia la resolución de problemas ha demostrado beneficiar el aprendizaje del alumnado según (Santiago 2020). De esta forma se

busca que los alumnos desarrollen competencias en su máximo potencial para ser creadores y no solo consumidores de tecnología (RCSA, 2021).

La interdisciplinariedad en las áreas representa un papel primordial, ya que ninguna puede estar alejada de la realidad, ya que ningún fenómeno existe por separado y al relacionarlo puede observar la interacción de las diferentes disciplinas científicas, su metodología, procedimientos y de la organización de la enseñanza (López Huancayo 2019).

Las aulas STEAM son espacio tipo laboratorios del Siglo XXI la que STEAM se integran junto herramientas digitales y físicas para una comprensión interdisciplinaria de la realidad, se centran en preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real. Estas aulas buscan desarrollar habilidades que van más allá de la memorización, donde la innovación y la adaptabilidad son fundamentales. Mineduc, (2021).

Herro, D., & Quiggley, C. (2016) Señalan que STEAM debe centrarse en experiencias auténticas de aprendizaje interdisciplinar que integren problemas del mundo real, promoviendo el pensamiento crítico y creativo. En la República Dominicana, al igual que en otros países, el enfoque por competencias ha ganado relevancia en el ámbito educativo y laboral, ya que este enfoque por se aleja de la educación tradicional centrada en la memorización y el aprendizaje pasivo, y busca desarrollar habilidades prácticas y aplicables, así como mejorar el desempeño académico (Ramírez, J. 2020). El desempeño académico aun es una de las brechas que deben cerrar las instituciones educativas que se denotan como índice de calidad y en busca de que los estudiantes no desencadenen un a baja expectativa de aprendizaje (Neira 2022). A nivel personal, un buen desempeño académico puede aumentar la autoconfianza y la autoestima de los estudiantes, brindándoles una sensación de logro y éxito. Además, un buen rendimiento académico es un requisito común para acceder a oportunidades educativas y laborales futuras.

(Neira 2022) establece que es fundamental que las instituciones educativas promuevan un enfoque equilibrado entre el desempeño académico y el desarrollo de competencias. Esto

implica reconocer que el aprendizaje no debe limitarse a la memorización y repetición de hechos, sino que debe fomentar la capacidad de aplicar el conocimiento de manera significativa y contextualizada.

Competencias Fundamentales y Específicas

Las competencias fundamentales, también denominadas competencias básicas o clave, integran habilidades, conocimientos, valores y actitudes esenciales para que los individuos participen activamente en la vida personal, social y laboral (Ondula UE 2018; Delors, 1997). Estas son indispensables para afrontar los retos del siglo XXI, pues permiten enfrentar desafíos con pensamiento crítico, adaptabilidad, comunicación efectiva y conciencia ciudadana.

Por su parte, las competencias específicas se vinculan a áreas de conocimiento o disciplinas particulares, y permiten un desempeño profesional o académico especializado (Marín, 2021). Estas competencias se centran en saberes y destrezas técnicas que el estudiante debe desplegar eficazmente en situaciones concretas dentro de su ámbito disciplinar (Acosta, 2023).

El enfoque por competencias plantea que tanto las competencias fundamentales como las específicas deben articularse en el currículo de forma coherente e interdependiente (Recomendación UE 2018; UNESCO, 2020). En este marco, los objetivos de aprendizaje no sólo se refieren a la adquisición de contenido, sino al dominio y movilización de saberes aplicables en contextos reales (Collazos Alarcón et al., 2020)

En escuelas secundarias, el diseño curricular debe integrar las competencias específicas de cada área (por ejemplo, Química, Matemáticas, Lenguas) con las competencias fundamentales que promueven la ciudadanía activa y el pensamiento sistémico (García-Valcárcel & Muñoz-Repiso, 2016). Así, un estudiante que aprende procesos químicos también desarrolla habilidades de investigación, análisis crítico y trabajo en equipo.

Tabla 1

Tabla de Competencias fundamentales y específicas para 5to grado del nivel secundario

Competencias Fundamentales	Competencias específicas del grado
Resolución de Problemas	Aplica diversos procedimientos científicos y tecnológicos para solucionar problemas o dar respuestas a fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la química.
Pensamiento Lógico, Creativo y Crítico	Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas y fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la química.
Ética y Ciudadana	Analiza críticamente la naturaleza y filosofía de la química, ingenierías y las tecnologías, sus aportes, alcance del desarrollo tecnológico en nuestra sociedad y la ética en la investigación
Científica y Tecnológica	Se cuestiona e identifica problemas y situaciones, y construye una explicación utilizando conceptos, modelos, leyes, teorías y procesos fundamentales de la química y las ingenierías.
Comunicativa	Se comunica utilizando el Lenguaje científico y tecnológico fundamental de la química que implica ideas, leyes, modelos y procesos.

Ambiental y de la Salud	Asume y actúa con responsabilidad crítica y autónoma para un desarrollo sostenible, cuidado ambiental y su salud, basadas en las ideas y teorías de la química.
Desarrollo Personal y Espiritual	Gestiona actitudes intelectuales, emocionales y conductuales proactivas al desarrollo de su proyección personal y profesional desde la química e ingenierías

Fuente: MinerD (2022. P 231)

Perelejo (2018), concluye que la educación holística se identifica por su integración, funcionalidad y globalización educativa, y está enfocada en el proceso de enseñanza aprendizaje, modificando su estrategia en función de las necesidades de los actores educativos y en un esfuerzo por alcanzar resultados educativos de alcance global. El enfoque STEAM no solo permite dar respuesta desde un punto de vista pedagógico a la complejidad del mundo actual y su realidad.

Para cambiar la realidad educativa realidad debemos cambiar la enseñanza de estática a problematizadora, construir una didáctica desde el aprendizaje usando diversas estrategias para la evaluación de productos y observación de procesos. (Rodríguez 2023).

Taxonomía de adquisición de competencia según Tobón

La taxonomía de Tobón, en el marco de la evaluación por competencias, es una propuesta orientada a clasificar los niveles de desempeño del estudiante en función de su grado de autonomía, contextualización y transferencia del saber, considerando dimensiones cognitivas, procedimentales y actitudinales. Según Tobón (2013), esta taxonomía establece cinco niveles jerárquicos: pre formal, receptivo, resolutivo, autónomo y estratégico, que permiten identificar el grado de apropiación y aplicación de las competencias en situaciones reales y complejas. Esta clasificación se vincula con un enfoque socioformativo, donde la evaluación no solo mide conocimientos aislados, sino también la capacidad del estudiante para

integrarlos y actuar con ética, responsabilidad y compromiso social en contextos diversos (Tobón, 2022).

Parte del análisis de las competencias académicas puede realizarse según ciertos niveles de desempeño ubicándose según Tobón en los siguientes (tabla 2):

Tabla 2

Niveles de Adquisición de Competencias según Tobón.

Nivel	Definición
Estratégico	En el nivel estratégico, se espera que los individuos sean capaces de entender el contexto en el que operan, definir objetivos a largo plazo, trabajar de manera colaborativa y ética, y tomar decisiones informadas para lograr resultados sostenibles y significativos. Aquí se desarrollan competencias relacionadas con el conocimiento técnico, la habilidad para aplicar ese conocimiento y la resolución de problemas.
Autónomo	Enfoque en dos o más áreas transversales al abordar un problema. Se refiere a uno de los niveles de desarrollo de competencias, específicamente en la dimensión de "Aprender a Aprender". implica que los individuos han alcanzado un nivel de madurez y habilidad en su proceso de aprendizaje que les permite dirigir y gestionar su propio aprendizaje de manera independiente y autodirigida. Esto implica habilidades como la autorreflexión, la planificación de aprendizaje, la búsqueda activa de información
Resolutivo	Aborda al menos una competencia. Este nivel representa "Aprender a Hacer" representa la capacidad de los individuos para aplicar habilidades y conocimientos de manera avanzada y creativa en la resolución de problemas complejos. Es un

	nivel que promueve la adaptabilidad, la innovación y la capacidad de tomar decisiones fundamentadas en contextos diversos.
Receptivo	Hay procesos iniciales de transversalidad, tiene algunas ideas y acercamientos de lo que será evaluado, pero requiere apoyo para llegar al nivel aceptable o satisfactorio.
Pre formal	Posee un acercamiento general y poco formal de los criterios que se evaluara. Resulta complejo abordar situaciones desde otros puntos de vista y con eficacia.

METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque mixto, orientado a describir y analizar datos estadísticos relacionados con el impacto del enfoque STEAM en el desarrollo de competencias en estudiantes de 5to grado de secundaria. Este enfoque resulta pertinente al permitir una medición objetiva de variables como la motivación, el rendimiento académico y la adquisición de competencias, facilitando comparaciones pre y post intervención (Mendoza & Hernández, 2018).

El diseño cuasiexperimental se aplicó a una muestra de 48 estudiantes divididos en dos grupos: uno experimental, sometido a una intervención didáctica basada en el enfoque STEAM, y otro grupo control. Este tipo de diseño resulta adecuado en contextos educativos donde no es posible controlar completamente todas las variables (Quintanilla, 2022). La intervención consistió en el diseño y aplicación de un proyecto interdisciplinario con actividades teórico-prácticas en un aula adaptada con recursos tecnológicos y didácticos.

La metodología se organizó en cinco fases: (1) un pretest, para diagnosticar conocimientos previos, motivación y percepción de la asignatura de química; (2) el diseño de un proyecto STEAM con actividades integradas, rúbricas y readecuación del espacio físico; (3)

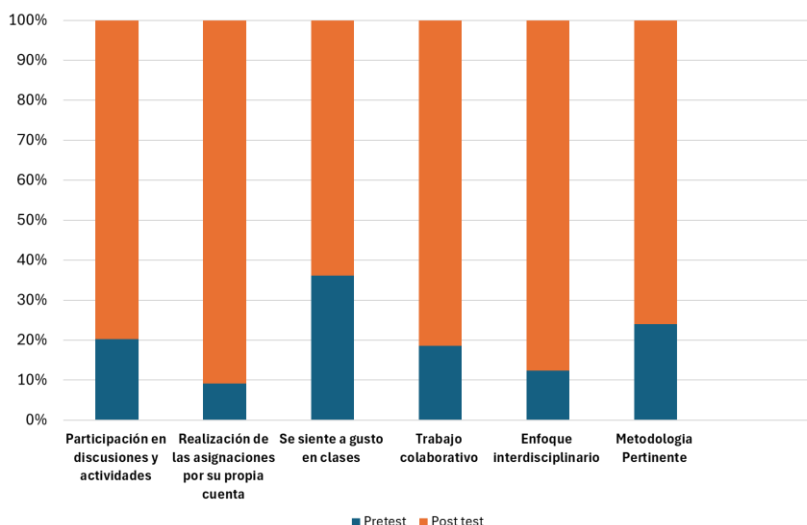
la aplicación del proyecto durante tres semanas, centrado en resolución de problemas, indagación y producción de resultados; (4) un posttest para evaluar el progreso de los estudiantes; y (5) la recolección y análisis de datos, con comparación entre grupos para valorar el impacto del programa.

Se utilizaron cuatro instrumentos: encuestas diagnósticas para estudiantes y docentes, pruebas tipo encuesta para pretest y posttest (20 ítems cada una) y una rúbrica de observación para evaluar el desarrollo de competencias. La confiabilidad del instrumento fue determinada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, validado por juicio de expertos y aplicado en una prueba piloto. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el software SPSS versión 26 y los resultados se presentaron en gráficos y tablas generadas con Microsoft Excel.

Esta metodología permitió no solo medir con precisión el efecto del enfoque STEAM, sino también generar evidencia empírica sobre su aplicabilidad para el fortalecimiento de competencias científicas en el nivel medio.

RESULTADOS

La aplicación del enfoque STEAM en la enseñanza de la Química produjo efectos significativos en la motivación, participación, percepción metodológica y desarrollo de competencias en estudiantes de 5to grado de secundaria. Los resultados del post-test evidencian una transformación positiva en variables actitudinales: el interés por la asignatura aumentó de 8% a 70%; el deseo de continuar en clase subió de 42% a 75%; y la participación activa en actividades pasó del 17% al 67%. Además, los estudiantes mostraron una mayor disposición a realizar asignaciones a tiempo (79%) y a preguntar sin temor (79%).

Figura 1*Tabla comparativa de los resultados del Postest y Pretest*

Respecto al clima emocional y social, el sentirse a gusto en clase se elevó de 38% a un 67%, y el compañerismo mostró un incremento sustancial (de 13% a 54% en la categoría “siempre ayuda”). La percepción de la Química como disciplina interdisciplinar pasó de 13% a 96%, y la aceptación del enfoque STEAM como metodología pertinente subió de un 29% a un 92%, revelando un cambio de paradigma en la visión del aprendizaje científico.

El desarrollo de competencias, analizado según los niveles de Tobón, reflejó avances notables. En los siete casos evaluados, los estudiantes del grupo experimental pasaron mayoritariamente de niveles preformales o receptivos a niveles resolutivos y estratégicos en competencias como pensamiento lógico, crítico, comunicación, ciencia y tecnología, salud, ambiente, ética, autonomía y trabajo colaborativo. Por ejemplo, la competencia lógica-creativa alcanzó un 75% en nivel estratégico (desde 0%), y la comunicativa un 88%.

En cuanto a criterios transversales, más del 90% del grupo experimental evidenció un desempeño excelente en autonomía, creatividad, uso de tecnología, trabajo en equipo y responsabilidad. Finalmente, en el rendimiento académico, el 75% del grupo experimental logró calificaciones en los rangos más altos (91-100), frente a un escaso 8% en el grupo control,

confirmando el impacto positivo del enfoque STEAM tanto en el desarrollo de competencias como en el logro académico.

Tabla 3

Comparación de la distribución de los niveles de competencias en los resultados del pretest y post-test.

		Niveles de competencia				
Competencias		Estratégico	Autónomo	Resolutivo	Receptivo	Pre-formal
Agrupadas		%	%	%	%	%
Pensamiento lógico, creativo y crítico, resolución de problemas	Pretest	0	0	25	29	46
	Post test	75	25	0	0	0
Competencia Comunicativa, pensamiento lógico, creativo y crítico.	Pretest	4	8	21	63	4
	Post test	88	8	0	4	0
Competencia Ambiental y de Salud, pensamiento lógico, creativo y crítico,	Pretest	0	0	79	4	17
	Post test	96	4	0	0	0

científica y tecnológica. Competencia	Pretest	0	21	54	8	17
Comunicativa, desarrollo personal y espiritual, ética ciudadana.	Post	79	17	4	0	0
	test					

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio confirman la efectividad del enfoque STEAM como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias generales y específicas en la enseñanza de la Química a nivel secundario. El análisis de los resultados obtenidos en el pretest y post-test demuestra mejoras significativas tanto en la adquisición de competencias como en aspectos actitudinales, motivacionales y académicos de los estudiantes.

En primer lugar, se constata un avance notorio en el desarrollo competencial, evaluado según los niveles de adquisición propuestos por Tobón (citado por MINERD, 2023): pre-formal, receptivo, resolutivo, autónomo y estratégico. Por ejemplo, en la competencia de pensamiento lógico, creativo y crítico y en la resolución de problemas, el porcentaje de estudiantes en niveles estratégicos pasó de 0% a 75% tras la intervención STEAM. Esta mejora es coherente con la afirmación de Rychen y Salganik (2003), quienes sostienen que las personas deben poseer una formación científica y tecnológica sólida para afrontar los desafíos del entorno y resolver problemas de la vida cotidiana.

Igualmente, la competencia comunicativa mostró una evolución sustancial: del 4% en el nivel estratégico al 88% posterior a la aplicación. Esta transformación se da en un contexto

donde, como advierte Henríquez (2020), América Latina enfrenta una crisis de aprendizaje que impide a los estudiantes alcanzar los niveles esperados. En este caso, la implementación del enfoque STEAM demostró su potencial para superar dicha crisis, ofreciendo herramientas que fortalecen habilidades fundamentales para la vida y el aprendizaje.

Las competencias científicas, tecnológicas, ambientales y de salud, así como las relacionadas con el desarrollo ético y ciudadano, también mostraron mejoras notables. Por ejemplo, en la competencia ambiental y de salud, un 96% de los estudiantes alcanzó el nivel estratégico tras la intervención, lo que valida el enfoque interdisciplinario de STEAM como vía efectiva para promover aprendizajes significativos (Ander-Egg, 2003; Stentoft, 2017).

Los resultados también revelan cambios significativos en las actitudes y el compromiso estudiantil. El porcentaje de alumnos que participaban activamente en discusiones aumentó de 20% a 80%, mientras que aquellos que realizaban asignaciones de manera autónoma pasaron de 8% a 92%. Asimismo, la colaboración entre pares se fortaleció notablemente (del 18% al 82%), evidenciando lo planteado por Felipe, Baptista, & Conceição, (2024), quienes destacan que el trabajo en equipo dentro de entornos STEAM promueve la creatividad y la responsabilidad compartida.

La percepción de la Química también experimentó una transformación. Inicialmente, solo un 13% de los estudiantes la consideraban una disciplina interdisciplinaria; después de la implementación del enfoque STEAM, esta visión fue adoptada por el 88% del estudiantado. Esto es relevante si se considera que, según Gollerizo y Clemente (2019), la ciencia suele percibirse como distante, compleja y poco motivadora. El presente estudio demuestra que el enfoque STEAM puede revertir esta imagen, acercando la Química a contextos reales y estimulando el interés estudiantil.

Tabla 4*Resultados Académicos del Grupo Control y Grupo Experimental*

Cantidad de datos		Media	Desviación estándar			
Grupo Control	24	82.1	5.9			
Grupo Experimental	24	93.0	3.0			
Ji cuadrada	Grado de libertad	Pro > Ji cuadrado	Cuartil de Confianza	Valor Critico	Diferencia de la media	
18.1	16	0.03135	T	Nivel de Significancia Alpha	2.1	10.9
			2.3	0.05		

Desde la perspectiva académica, el análisis estadístico reveló una diferencia significativa entre los grupos control y experimental ($p = 0.03135 < \alpha = 0.05$), lo cual respalda empíricamente la eficacia del enfoque aplicado. Esta conclusión coincide con lo planteado por Segura y Caplan (2019), quienes, en experiencias STEAM en América Latina, reportaron mejoras significativas en los niveles de aprendizaje y rendimiento académico a partir del uso de metodologías activas centradas en el estudiante.

En resumen, los resultados evidencian que la implementación del enfoque STEAM favorece el desarrollo integral de los estudiantes, fomenta la adquisición de competencias clave para el siglo XXI y transforma positivamente la experiencia de aprendizaje en el aula de

Química. Estos hallazgos no solo responden a los objetivos del estudio, sino que también aportan evidencia relevante para promover innovaciones curriculares basadas en enfoques interdisciplinarios, activos y contextualizados.

CONCLUSIONES

Según lo arrojado por los datos analizados antes de la aplicación del proyecto STEAM no existía motivación alguna en las clases de química, sin embargo, al aplicar la nueva metodología hubo un incremento en la motivación, demostrado en su interés y por sus deseos de estar en clases y la no finalización del tiempo de la asignatura, se observó un alumno atento y participativo, sociable, colaborativo, responsable y seguro de sí mismo, además se observó a alumnos curiosos, independientes y competitivos, así como responsable de sus asignaciones.

Se observaron alumnos que dentro de su aula de clases muestran autonomía en sus decisiones, proponen soluciones adecuadas y diseñan procesos por sí solo, toman la iniciativa al realizar un trabajo o crear modelaciones. Construyen estructura con robótica, y son capaces de evaluar apropiadamente objetos, herramientas tecnológicas y digitales a su alcance, en concordancia con lo propuestos por Jiménez, (2022) sobre aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM estableciendo que en cada actividad implementada, se desarrollaron en los alumnos las habilidades expuestas bajo el enfoque STEAM, observado en el proceso en que los discentes al trabajar unidos se comunicaban, escuchaban y proponían distintas formas para solucionar problemas y se logra evidenciar gran interés por su activa participación en todas las fases.

Dentro de los trabajos del aula se verificó que muestran potencial creativo al realizar sus diseños, construcciones y modelaciones, emplean los recursos tecnológicos como, PC, kit de robótica, Tablet, PDI, laboratorio móvil, y los recursos tradicionales existente en el aula de una manera apropiada, los relaciona efectivamente para resolver problemas asociados a la química

estando en concordancia con lo presentado por Benites y Barzallo (2019), titulado STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales, evidenció una alta motivación y mejor predisposición por los alumnos para aprender.

Apoyados en las evidencias podemos afirmar que la creación del aula STEAM como metodología para desarrollar las competencias curriculares es efectiva. Se observaron diferencias notables en los avances de desempeño académico de los alumnos del grupo experimental teniendo la metodología STEAM gran efectos sobre los resultados académicos de los estudiantes con su aplicación como metodología activa, apoyando lo dicho por Castro (2020) en su propuesta para la evaluación de estudiantes formados bajo la metodología STEAM, el cual determino que la educación asentada en competencias STEAM, promueve de manera considerable las competencias.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses que pueda haber influido indebidamente en la realización de esta investigación. No se ha recibido financiación condicionada, ni se mantienen vínculos comerciales, personales, académicos o institucionales que comprometan la objetividad, independencia o transparencia del proceso investigativo.

Asimismo, se reconoce que el estudio fue desarrollado con fines estrictamente académicos y científicos, en coherencia con los principios éticos de la investigación educativa y con el compromiso de aportar al fortalecimiento de la enseñanza de las ciencias y la formación docente en la República Dominicana.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

Juan Alberto Paredes, autor principal, asumió la responsabilidad de la conceptualización del estudio, así como de la metodología, la supervisión general del proceso investigativo, la administración del proyecto, la curación de datos, la validación, la visualización de resultados y la redacción del borrador original, además de participar activamente en la revisión y edición del manuscrito.

Judith Martínez-Alonzo contribuyó significativamente en el diseño metodológico, el análisis formal, la curación de datos, la validación de resultados, la visualización y la revisión crítica del contenido.

Wanda Marina Román-Santana colaboró en las tareas de investigación de campo, aplicación práctica, gestión de recursos y uso de herramientas tecnológicas (software), además de participar en la revisión y edición del documento. Esta asignación de roles se realizó conforme a la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy), garantizando la transparencia y reconocimiento equitativo del trabajo colaborativo.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que, durante el desarrollo de la presente investigación, se utilizaron herramientas de inteligencia artificial como apoyo en diversas etapas del proceso investigativo. En particular, la IA fue empleada para la búsqueda y organización de información científica actualizada, la revisión preliminar de redacción académica, la verificación de estilo conforme a normas de citación (APA 7) y la sistematización de datos cualitativos.

Se aclara que el uso de estas herramientas no sustituyó en ningún momento el juicio crítico, la interpretación teórica ni el trabajo intelectual de los autores, quienes fueron responsables de todas las decisiones metodológicas, el análisis de resultados y la elaboración

final del manuscrito. Además, se verificó que el contenido resultante no incurre en plagio y cumple con los principios de ética e integridad académica.

REFERENCIAS

- Acosta, S. (2023). Los enfoques de investigación en las ciencias sociales. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(8), 82-95. <https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.084>
- Amanova, A. K., Butabayeva, L. A., Abayeva, G. A., Umirbekova, A. N., Abildina, S. K., & Makhmetova, A. A. (2025). A systematic review of the implementation of STEAM education in schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(1), Article em2568. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15894>
- Aminah, S., Ijirana, Supriadi, & Magfirah. (2022). Habilidades de pensamiento crítico de estudiantes de química en el aprendizaje de habilidades STEM-metacognitivas basadas en proyectos de equipo durante la pandemia de COVID-19. *Revista de Educación en Tecnología y Ciencias*, 12(2), 397-409. <https://doi.org/10.3926/jotse.1697>
- Ander-Egg, E. (2003). *Interdisciplinariedad en educación*. Buenos Aires: Editorial Magisterio. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx>
- Armijos, P., & Dután, D. (2022). Metodología STEAM para contribuir a la motivación y el rendimiento académico en Biología para tercero de Bachillerato, Unidad Educativa “Herlinda Toral”. Universidad Nacional de Educación (UNAE). Recuperado de <https://www.unae.edu.ec>
- Asinc Benites, E., & Alvarado Barzallo, S. (2019). STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana*, 1–12. <https://doi.org/10.37611/IB0oI01-12>

- Burbano Pérez, E., & Torres, C. (2020). Modelo didáctico MAPIC para la enseñanza-aprendizaje de la química en educación media. *Societas*, 22(1), 32-53.
<https://doi.org/10.48204/j.societas.v22n1a3>
- Castro, W. (2020). Propuesta para la evaluación de estudiantes formados bajo la metodología STEAM [Trabajo de grado]. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Castro Zubizarreta, A., García Lastra, M., & Meng González del Río, O. (2024). Enfoque STEAM y educación infantil: Una revisión sistemática de la literatura. *ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 39(1), 16–34.
<https://doi.org/10.25112/rpr.v1.3170>
- Collazos Alarcón, M. A., Hernández Fernández, B., Molina Carrasco, Z. C., & Ruiz Pérez, A. (2020). El pensamiento crítico y las estrategias metodológicas para estudiantes de educación básica y superior: Una revisión sistemática. *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, 4(2), 199–223. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.69>
- Delors, J., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., ... & Nanzhao, Z. (1997). La educación encierra un tesoro: Informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno. UNESCO.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa
- Felipe, J., Baptista, M., & Conceição, T. (2024). Integrated STEAM education for students' creativity development. *Education Sciences*, 14(6), 676.
<https://doi.org/10.3390/educsci14060676>
- Galati, G. (2018). Otra introducción al pensamiento complejo. La complejidad en las ciencias. Teseopress. Recuperado de <https://teseopress.com>
- García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? [Artículo].

- Gollerizo, C. (2019). Aprender a comunicar ciencia aumenta la motivación del alumnado: La jornada científica como una propuesta didáctica en educación secundaria. *Revista Educación, SciELO Costa Rica*. Recuperado de <https://scielo.sa.cr>
- Henríquez, C. (2020). Avanzar en las habilidades básicas del siglo XXI. UNESCO. Recuperado de <https://www.unesco.org>
- Herro, D., & Quigley, C. (2016). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: Implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416–438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- ISTE. (2023). STEAM en la educación: Encienda STEAM con la NASA y el aprendizaje basado en proyectos. Recuperado de <https://www.iste.org/es/areas-of-focus/steam-education>
- Jiménez, R. A. (2022). Aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM: Una experiencia de integración entre matemáticas, ciencias naturales y artes en 6º grado del Colegio Mayor de San Bartolomé. Pontificia Universidad Javeriana. <http://hdl.handle.net/10554/63039>
- López Huancayo, I. (2019). El papel de la interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de la matemática. *FormaciónIB*. Recuperado de <https://formacionib.org>
- Marín-Marín, J.-A., Moreno-Guerrero, A.-J., Dúo-Terrón, P., & López-Belmonte, J. (2021). STEAM in education: A bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of STEM Education*, 8(41). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- Mendoza, J. (2018). Gráfico alfa de Cronbach. ResearchGate. Recuperado de <https://www.researchgate.net>
- Mineduc. (2021). Implementar nuestra Aula STEAM. Recuperado de <https://www.innovacion.mineduc.cl/iniciativas/aulas-innovadoras>
- Mineduc. (2023). ¿Qué son las Aulas STEAM? Recuperado de <https://www.mineduc.cl>

- Minerd. (2016). Diseño Curricular Nivel Secundario. Ministerio de Educación, República Dominicana.
- Minerd. (2022). Adecuación del Diseño Curricular Nivel Secundario. Ministerio de Educación, República Dominicana.
- Morais, C. S. L., André, C. M. V., & Girotto Júnior, G. (2025). Promoting interdisciplinary connections in STEM education: A study with preservice chemistry teachers. *STEM Education*, 5(5), 908–932. <https://doi.org/10.3934/steme.2025040>
- Neira, G. J., & Cabrera Berrezueta, L. B. (2022). Factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de bachillerato en el cantón Sucúa-Ecuador. *Ciencia Digital*, 6(4), 97-115. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v6i4.2338>
- Olivato, J., & Silva, J. (2023). Interdisciplinary teaching practices in STEAM education in Brazil. *London Review of Education*, 21(1). <https://doi.org/10.14324/LRE.21.1.38>
- Ondula. (2018, 11 de junio). Recomendaciones europeas sobre las competencias tecnológicas (STEAM). Ondula. <https://ondula.org/recomendaciones-europeas-sobre-las-competencias-tecnologicas-steam>
- Pelejero de Juan, M. (2018, junio). Educación STEAM, ABP y aprendizaje cooperativo en Tecnología en 2° ESO. UNIR, Facultad de Educación. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/6838/PELEJERO%20DE%20JUAN%20MARTA.pdf>
- Pereira, N. N. A. P., & Gamboa, M. J. N. S. (2021). Aprender y crecer con STEAM: Una experiencia de diseño en el jardín de infancia. *Didacticae*, 10. <https://doi.org/10.1344/did.2021.10.21>
- Quintanilla, J. (2022). Fundamento de investigación en psicología (2.ª ed.). Universidad Nacional de Educación a Distancia.

- Ramírez, J. (2020). El enfoque por competencias y su relevancia en la actualidad: Consideraciones desde la orientación ocupacional en contextos educativos. *Revista Electrónica Educare*, 24(2). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194163269023>
- Red de Colegios Semper Altius. (2021). Metodología STEAM para aprender creando. Recuperado de <https://semperaltius.org>
- Rodríguez A., E. (2024). Antecedentes STEAM en enseñanza de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED* (55), 513–516. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/21136>
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2003). Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico. Ediciones Aljibe.
- Sánchez Milara, I., & Cortés Orduña, M. (2024). Possibilities and challenges of STEAM pedagogies. *arXiv Preprints*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.15282>
- Santillán, J., Jaramillo, E., Santos, R., & Cadena, V. D. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 5(8), 467-492. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>
- Santos, M., Carlos, V., & Moreira, A. A. (2023). Towards interdisciplinarity with STEAM educational strategies: The Internet of Things as a catalyser to promote participatory citizenship. *Educational Media International*, 60(3-4), 274–291. <https://doi.org/10.1080/09523987.2023.2324581>
- Segura, W., & Caplan, R. (2019). Experiencias STEAM en América Latina como metodologías innovadoras de educación. *Academia.edu*.
- Stentoft, D. (2017). From saying to doing interdisciplinary learning: Is problem-based learning the answer? *Active Learning in Higher Education*, 18(1), 51-61. <https://doi.org/10.1177/1469787417693510>

- Tobón, S. (2006). Aspectos básicos de la formación basada en competencias. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2019/07/Aspectos-basicos-de-la-formacion-basada-en-competencias.pdf>
- Tobón, S. (2010). Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación (3.^a ed.). Ecoe Ediciones.
- UNESCO. (2020). Distance learning strategies in response to COVID-19 school closures. UNESCO.
- Vizcarra Sánchez, Y. A., & Vizcarra Gavilán, A. M. (2021). Laboratorio portátil y aprendizaje de la química. *Educación Química*, 32(2), 37-52.
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.72724>