



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

**IMPACTO DE LOS PROYECTOS STEM
EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA:
UN ESTUDIO CUASIEXPERIMENTAL
EN SECUNDARIA DOMINICANA**

**IMPACT OF STEM PROJECTS ON CHEMISTRY
LEARNING: A QUASI-EXPERIMENTAL STUDY IN
DOMINICAN SECONDARY EDUCATION**

Joel Antonio Marte Peralta

Investigador Independiente, República Dominicana

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.22045

Impacto de los Proyectos STEM en el Aprendizaje de la Química: Un Estudio Cuasiexperimental en Secundaria Dominicana

Joel Antonio Marte Peralta¹joelmarte829@gmail.com<https://orcid.org/0009-0000-8567-0828>

Investigador Independiente

Moca, República Dominicana

RESUMEN

La enseñanza tradicional de la Química en la educación Secundaria dominicana presenta dificultades en la promoción del aprendizaje significativo. Este estudio tiene como objetivo analizar el impacto de la implementación de proyectos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en el Politécnico Andrés Francisco López Cruz de Moca, República Dominicana, durante el periodo 2023-2024. La investigación empleó un diseño cuasiexperimental con 146 estudiantes de quinto de Secundaria, organizados en dos grupos: control (n=75, metodología tradicional) y experimental (n=71, proyectos STEM). Mediante evaluaciones cuantitativas pre y post intervención, se identificaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento académico (prueba t de *Student*, $p < .001$), registrándose un incremento en el promedio del grupo experimental de 67 a 85 puntos. Los hallazgos confirman que la metodología STEM, como estrategia interdisciplinar, potencia el aprendizaje de la Química.

Palabras clave: aprendizaje, ciencias, educación secundaria, Química, Rendimiento académico

¹ Autor principal

Correspondencia: joelmarte829@gmail.com

Impact of STEM Projects on Chemistry Learning: A Quasi-Experimental Study in Dominican Secondary Education

ABSTRACT

The traditional teaching of Chemistry in Dominican secondary education presents difficulties in promoting meaningful learning. This study aims to analyze the impact of implementing STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) projects at the Andrés Francisco López Cruz Polytechnic in Moca, Dominican Republic, during the 2023-2024 period. The research employed a quasi-experimental design with 146 fifth-year Secondary students, organized into two groups: control (n=75, traditional methodology) and experimental (n=71, STEM projects). Through quantitative pre and post-intervention assessments, statistically significant differences in academic performance were identified (Student's t-test, $p < .001$), with an increase in the experimental group's average from 67 to 85 points. The findings confirm that STEM methodology, as an interdisciplinary strategy, enhances Chemistry learning.

Keywords: academic performance, chemistry, learning, sciences, secondary education

*Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Química en el siglo XXI se enfrenta a un contexto de grandes cambios acelerados en los ámbitos social y científico, que plantea la necesidad actual de integrar los avances científicos y tecnológicos en la educación (Castro-Campos, 2023). En este sentido, las estrategias basadas en proyectos STEM (acrónimo en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) han surgido como una forma innovadora de promover el aprendizaje significativo en el área de la Ciencia y el desarrollo de competencias fundamentales.

En el panorama educativo dominicano, la enseñanza de Química en Secundaria ha transitado de un modelo tradicional centrado en la transmisión conceptual a un enfoque emergente que prioriza la contextualización y aplicación práctica de saberes científicos, evidenciando un cambio de paradigma impulsado por instituciones públicas y privadas; sin embargo, persiste un déficit investigativo significativo respecto a la evaluación sistemática de estas estrategias innovadoras, particularmente en instituciones escolares públicas que afrontan desafíos estructurales crecientes.

Los estudiantes de educación Secundaria en la República Dominicana evidencian desafíos significativos en el aprendizaje científico, situándose por debajo del rendimiento de otras naciones latinoamericanas. Los informes nacionales de la evaluación PISA 2018, elaborados por el Instituto Dominicano de Evaluación e Investigación de la Calidad Educativa (IDEICE, 2019), revelan un estancamiento en el desempeño académico, confirmando la tendencia observada desde 2015. En este contexto, los estudiantes dominicanos han persistido en la última posición entre los países de la región en el dominio científico.

Esta investigación tiene como objetivo analizar la efectividad de la estrategia de enseñanza basada en proyectos STEM en el aprendizaje de la Química en estudiantes de quinto de Secundaria. Para alcanzar este objetivo, se implementa un diseño cuasiexperimental con enfoque cuantitativo, comparando un grupo experimental que recibe instrucción basada en proyectos STEM con un grupo control que sigue el método tradicional. La recolección de datos se realiza mediante pruebas estandarizadas pre y post intervención.



Revisión de la literatura

STEM, acrónimo en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, representa un paradigma educativo interdisciplinario que ha adquirido notabilidad en el período contemporáneo. Originado en Estados Unidos durante la década de 1990 del siglo XX y consolidado en las políticas gubernamentales y empresariales hacia 2010, este enfoque promueve el desarrollo de competencias esenciales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. Más que una simple combinación de materias, STEM busca integrar estas disciplinas para crear experiencias de aprendizaje significativas y relevantes para el mundo actual (Rodríguez et al., 2023).

Rodríguez y otros (2023) enfatizan la creciente relevancia de la educación STEM al señalar que “~~la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)~~ se ha vuelto más importante en nuestra sociedad ya que estas habilidades son necesarias para muchas carreras en el siglo XXI. Por lo tanto, es fundamental investigar enfoques interdisciplinarios” (p.3). Esta tendencia se confirma en las proyecciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que indica que para 2050, tres de cada cuatro empleos requerirán competencias STEM debido a la creciente automatización y digitalización del entorno laboral (OIT, 2022). Este panorama refuerza la necesidad de que la educación prepare a los estudiantes con las habilidades que demanda el mercado laboral actual y futuro.

Sin embargo, es trascendental examinar críticamente esta tendencia. Mientras que la educación STEM ofrece ventajas significativas, existe el riesgo de que un enfoque excesivo en estas áreas pueda llevar a una subestimación de las humanidades y las artes, fundamentales para el desarrollo integral del individuo. Además, la implementación del enfoque STEM a menudo requiere recursos considerables, lo que puede exacerbar las desigualdades educativas existentes si no se maneja adecuadamente. Por ejemplo, escuelas en comunidades marginadas podrían carecer de la infraestructura y los recursos necesarios para implementar proyectos STEM de manera efectiva, lo que ampliaría aún más las brechas educativas (Párraga et al., 2024). Por lo tanto, es importante abogar por un enfoque equitativo que integre las artes y las humanidades para un desarrollo pleno.

La educación STEM va más allá de la mera capacitación para carreras técnicas; constituye un elemento esencial para toda la ciudadanía en un mundo donde estos campos abordan desafíos sociales y ambientales apremiantes.



Como señalan Miranda y Lee (2022), "el desarrollo de este enfoque favorecerá la preparación de los estudiantes del país para enfrentar los retos que supone este nuevo siglo y fortalecer los procesos de creación e innovación tecnológica y científica que se requieren" (p. 5). Esto se evidencia, por ejemplo, en la necesidad de desarrollar soluciones sostenibles para el cambio climático, donde el conocimiento científico, la Ingeniería y la Tecnología se entrelazan de manera inseparable. En este contexto, el aprendizaje significativo emerge como un elemento fundamental de la educación STEM, particularmente en disciplinas como la Química. Esta modalidad de aprendizaje conlleva la adquisición de conocimientos y competencias mediante experiencias memorables que pueden transformar sustancialmente la trayectoria educativa del estudiante (Potosí et al., 2023).

El aprendizaje significativo, a diferencia del memorístico, implica la construcción sustancial del conocimiento mediante la vinculación de nueva información con conceptos preexistentes. Esta aproximación resulta particularmente relevante en el aprendizaje de la Química, donde la comprensión de conceptos abstractos y relaciones complejas es fundamental. La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, desarrollada entre las décadas de 1960 y 1980, propone que los estudiantes adquieren nuevos conocimientos al asociarlos de manera intencional y sólida con sus ideas previas (Gutiérrez, 2023). Esta perspectiva es especialmente valiosa en el contexto STEM, donde la interconexión de disciplinas requiere una comprensión profunda y duradera de los conceptos. Por ejemplo, en un proyecto sobre la producción de jabón ecológico, un estudiante aplicaría sus conocimientos previos sobre ácidos y bases para entender la reacción de saponificación, vinculándolo con sus experiencias cotidianas.

En el campo específico de la Química, el aprendizaje significativo facilita la construcción de modelos mentales complejos de los sistemas químicos. Los educandos deben ir más allá de la memorización, asimilando significativamente los conceptos y sus conexiones para dominar la disciplina. Este proceso se potencia mediante metodologías activas que, según López-Altamirano y otros (2022) priorizan al alumno y el desarrollo de competencias específicas. Quienes participan activamente en el aprendizaje tienen mayor probabilidad de retener y transferir conocimientos, aplicándolos flexiblemente en nuevos contextos, construyendo así activamente el conocimiento en lugar de recibirlo pasivamente.



Un ejemplo de esto podría ser un proyecto donde los estudiantes investiguen diferentes métodos de extracción de aceites esenciales, aplicando sus conocimientos de Química orgánica a un problema práctico.

Carranza y otros (2023), conceptualizan el aprendizaje como un proceso complejo que transforma tanto la información como las experiencias en diversos resultados educativos. Los autores enfatizan que el aprendizaje trasciende la mera adquisición de conocimientos teóricos, abarcando también el desarrollo de habilidades prácticas, comportamientos y actitudes. Corroborando esta perspectiva holística del aprendizaje en el ámbito específico de la educación STEM, Párraga y otros (2024), en un estudio realizado en Ecuador, demostraron un incremento en el rendimiento en Ciencias y Matemáticas en estudiantes del nivel Primario (edad promedio de 12.8 años) tras la implementación de estrategias pedagógicas STEM. Específicamente, los resultados mostraron que el desempeño académico aumentó en promedio de 67.2 a 78.9 puntos, lo que representa un incremento del 17.4%. Este hallazgo empírico subraya el impacto positivo tangible de la educación STEM en el aprendizaje estudiantil.

La implementación de la metodología STEM en Ecuador ha mostrado resultados favorables, particularmente en el aprendizaje de Matemáticas. Arias-De La Cruz y Vergara-Ibarra (2024) destacan dos iniciativas fundamentales: la Coalición STEM Ecuador, una colaboración entre el Ministerio de Educación y universidades, y el proyecto de la Universidad San Francisco de Quito que vincula la educación STEM con la sostenibilidad. Estas iniciativas ofrecen ejemplos concretos de cómo las colaboraciones interinstitucionales pueden fomentar la educación STEM de forma efectiva. Este enfoque educativo ha fortalecido la comprensión de conceptos matemáticos en estudiantes de Secundaria, incrementando su participación y desarrollando habilidades esenciales para su formación académica.

En Colombia, la integración del enfoque STEM está transformando la educación mediante el desarrollo de habilidades del siglo XXI. El Ministerio de Educación Nacional ha adoptado el modelo STEM+, que incorpora tanto competencias técnicas como habilidades interpersonales esenciales: colaboración, comunicación efectiva y adaptabilidad. Minciencias refuerza estas iniciativas financiando proyectos de investigación STEM en sus convocatorias, preparando así a los estudiantes para un mercado laboral dinámico (Hernández-Álvarez y otros 2024).



Esta expansión refleja el reconocimiento global de la necesidad de un enfoque educativo que combine el rigor académico con habilidades esenciales para la vida. La educación STEM ha cobrado relevancia en los currículos escolares globales, siendo la Química un componente fundamental. Como señalan Herrera y otros (2022), "la interdisciplinariedad permite a los estudiantes abordar los contenidos científicos desde una concepción más amplia, dándole un sentido mucho más completo al relacionarlos con otras áreas del conocimiento" (p. 70).

Isaza (2023) destaca el enfoque STEM como catalizador de creatividad, motivación y trabajo colaborativo. En Química, esta aproximación se materializa en proyectos interdisciplinarios que integran procesos de síntesis con aplicaciones en Ingeniería o Biotecnología. La metodología STEM representa una estrategia activa que transforma el aprendizaje, convirtiendo a los estudiantes en protagonistas mediante la construcción colaborativa, experimentación y resolución de problemas. Por ejemplo, un proyecto de síntesis de polímeros biodegradables podría involucrar la Química orgánica, la ingeniería de materiales y la evaluación ambiental, fomentando un aprendizaje más completo y conectado.

Para ilustrar esta integración disciplinar, consideremos un proyecto STEM en Química: la saponificación de aceite usado para producir jabón ecológico. Este proyecto integra Ciencia (reacción de saponificación), Tecnología (uso de simuladores virtuales ChemCollective y ChemLab para predecir rendimientos), Ingeniería (diseño y optimización del proceso de producción sostenible) y Matemáticas (cálculos estequiométricos y balance de masa). Los estudiantes desarrollan simultáneamente conceptos químicos, competencias tecnológicas y habilidades de resolución de problemas al transformar un residuo en un producto sostenible. Este tipo de experiencia no solo refuerza los conceptos teóricos, sino que también desarrolla habilidades de pensamiento crítico y responsabilidad social.

La implementación de este enfoque requiere que los educadores dominen no solo la Química, sino su integración con otras disciplinas STEM. Valenzuela y otros (2022) demuestran, con un nivel de confianza del 95%, que el enfoque interdisciplinario mejora significativamente el aprendizaje y la motivación hacia las Ciencias. Sin embargo, América Latina enfrenta limitaciones significativas en la implementación STEM. Párraga y otros 2024, identifican desafíos estructurales como la insuficiente capacitación docente y la rigidez curricular.



Este problema es especialmente grave en instituciones de comunidades desfavorecidas, donde la escasez de recursos tecnológicos y materiales didácticos amplía las brechas educativas existentes, limitando el acceso a una formación STEM integral. Por ejemplo, la falta de laboratorios bien equipados y de acceso a software de simulación limita las posibilidades de una enseñanza STEM efectiva en estos contextos.

La transformación de la enseñanza de la Química bajo este enfoque integrador requiere repensar nuestros métodos de evaluación. Los exámenes tradicionales resultan insuficientes para valorar las competencias que realmente importan: la capacidad de resolver problemas complejos, el trabajo colaborativo y el pensamiento interdisciplinario. Cuando los estudiantes se enfrentan a desafíos reales en el laboratorio o diseñan experimentos, necesitan combinar diversos conocimientos y habilidades que difícilmente pueden medirse con pruebas convencionales. Por ello, emerge la necesidad de desarrollar instrumentos evaluativos que no solo consideren el dominio teórico, sino que también valoren la aplicación práctica del conocimiento y las habilidades de investigación científica. Esto podría incluir la evaluación por portafolio, proyectos colaborativos y evaluaciones formativas que permitan conocer el proceso de aprendizaje más que un resultado final.

En este contexto, Villalobos-López (2022) destaca la relevancia de implementar estrategias didácticas innovadoras para la construcción del conocimiento científico. Sus investigaciones demuestran que las metodologías activas resultan fundamentales para transformar el rol del estudiante, quien evoluciona desde una recepción pasiva hacia el protagonismo en su aprendizaje. Este cambio metodológico implica renovar las prácticas docentes tradicionales, incorporando elementos que fomenten la experimentación, el análisis crítico y la resolución creativa de problemas. Entre las estrategias didácticas utilizadas en la enseñanza de las Ciencias, se destacan principalmente:

Las prácticas experimentales de laboratorio constituyen una piedra angular en la enseñanza de la Química. Martínez-Alonso (2022) afirma que “los intercambios de experiencias en los laboratorios posibilitan un conocimiento asertivo dentro del contexto de la experimentación” (p. 511). Esta metodología permite a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en proyectos interdisciplinarios, como la identificación de acidez en alimentos comunes del hogar utilizando indicadores naturales extraídos de col morada o pétalos de flores locales.



Este proyecto integra conocimientos de Química (ácidos, bases y pH), Biología (pigmentos naturales en plantas) y aplicaciones cotidianas (acidez en alimentos). Los estudiantes pueden experimentar con productos de fácil acceso como vinagre, limón, bicarbonato de sodio y diversos alimentos de uso diario, permitiéndoles comprender los conceptos de pH mientras desarrollan habilidades prácticas de laboratorio con materiales seguros y económicos. La importancia de las actividades experimentales radica en su capacidad para involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Como señala Idoyaga (2022), estas prácticas no solo consolidan los conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades científicas fundamentales, incluyendo el diseño experimental, el análisis de datos y la interpretación de resultados considerando la incertidumbre experimental.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) representa otra metodología activa crucial. Gómez y Freire (2022) destacan su efectividad al situar al estudiante como protagonista del proceso de aprendizaje. Esta metodología encuentra aplicación práctica en la resolución de problemas reales, como el desarrollo de sistemas de purificación de agua, donde los estudiantes integran conocimientos sobre técnicas de adsorción, oxidación avanzada y filtración por membranas. Mejía-Mejía y Barreto-Serrano (2022) refuerzan esta perspectiva al evidenciar cómo el ABP estimula la motivación estudiantil y fomenta el pensamiento crítico mediante la participación en la resolución de problemas concretos. Por ejemplo, los estudiantes podrían investigar la contaminación del agua en su comunidad y diseñar un sistema de filtración con materiales locales, aplicando sus conocimientos de Química e Ingeniería.

El Aprendizaje Basado en Proyectos ha demostrado resultados significativos en el desarrollo del pensamiento crítico y las habilidades colaborativas (Guerrero et al., 2024). Esta metodología se materializa en proyectos como el desarrollo de materiales biodegradables a partir de residuos agrícolas, integrando múltiples disciplinas. Acosta y Barrios (2023) enfatizan que esta contextualización permite a los estudiantes establecer conexiones significativas entre los nuevos conocimientos y su estructura cognitiva previa. Castro-Valle (2022) complementa esta visión al señalar que el ABP promueve el desarrollo de competencias curriculares mientras incrementa la motivación y autoestima de los estudiantes.

El Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI) emerge como una metodología fundamental. Espinoza (2023) sostiene que “la indagación científica como método pedagógico ha demostrado ser eficaz e



indispensable en el aprendizaje de las ciencias” (p. 14). Esta metodología se ejemplifica en investigaciones sobre cinética química, donde los estudiantes diseñan experimentos para estudiar factores que afectan la velocidad de reacción. Los estudiantes podrían diseñar un experimento para evaluar el efecto de la temperatura en la velocidad de una reacción, fomentando un aprendizaje basado en la propia experiencia.

La revolución digital ha transformado significativamente la enseñanza de la Química. Araujo y otros (2023) conceptualizan los simuladores interactivos como instrumentos tecnológicos que reproducen escenarios reales o hipotéticos, facilitando la adquisición de conocimientos a través de la experiencia práctica. Un estudio realizado por Rosero-Mellizo y otros (2022), demostró la eficacia del simulador PhET, registrando un incremento en el desempeño estudiantil del 51.2% al 66.1%. Los laboratorios virtuales han emergido como herramientas complementarias valiosas. Ramírez y otros (2022) señalan que estos “fomentan el desarrollo de habilidades blandas y disciplinares, permitiendo a los estudiantes experimentar cuantas veces lo requieran” (p. 1). Esta afirmación se refuerza con los hallazgos de Jumbo-Jumbo y Caiza (2023), quienes encontraron una correlación significativa de .759 entre las herramientas digitales y el aprendizaje de Química inorgánica. Chávez (2022) reporta que el 90% de los estudiantes percibió una mejora en su interés y comprensión mediante el uso de laboratorios virtuales. Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones de la tecnología en la enseñanza de la química. Si bien los simuladores pueden ser muy útiles, nunca podrán replicar a la perfección la complejidad de una experiencia práctica en un laboratorio real.

No obstante, es crucial reconocer las limitaciones de estas herramientas digitales. Si bien permiten realizar experimentos peligrosos o costosos de manera segura, no pueden reemplazar completamente la experiencia práctica en un laboratorio real. Además, el acceso desigual a la tecnología puede generar brechas educativas si no se gestiona adecuadamente. Por lo tanto, la tecnología debe ser vista como una herramienta complementaria y no como un sustituto de la experiencia práctica y las interacciones significativas entre estudiantes y docentes.

La incorporación del enfoque STEM en el currículo educativo dominicano, fundamentada en el aprendizaje significativo y potenciada por estrategias didácticas innovadoras y tecnologías digitales, representa un paradigma transformador para la educación Secundaria.



Para su implementación efectiva, se requiere una reestructuración integral del sistema educativo, abarcando tanto la formación docente continua como la renovación de los sistemas de evaluación.

La consolidación de este modelo en el diseño curricular de Química y su aporte al desarrollo de competencias para el siglo XXI demanda un proceso sistemático, basado en la investigación educativa y la reflexión pedagógica. En este proceso, la equidad, el acceso y el desarrollo profesional docente constituyen elementos fundamentales para lograr una transformación significativa en la enseñanza de la Química y demás disciplinas STEM.

MÉTODO

Diseño del estudio

La investigación emplea un diseño cuasiexperimental con enfoque cuantitativo, utilizando mediciones *pre-test* y *post-test* con grupos intactos. La selección de este diseño responde a las condiciones naturales del contexto educativo, donde los grupos escolares están previamente conformados, imposibilitando la asignación aleatoria de los participantes. Este tipo de diseño permite evaluar el efecto de la intervención mientras se reconocen las limitaciones inherentes al trabajo con grupos preestablecidos.

Si bien este diseño permitió evaluar el efecto de la intervención mientras se reconocen las limitaciones inherentes al trabajo con grupos preestablecidos, es importante señalar que la selección de las secciones para cada grupo se realizó de forma aleatoria a través de un sorteo simple, este procedimiento no garantiza la equivalencia de los grupos al inicio del estudio, y debido a limitaciones logísticas y de recursos, no se evaluaron sistemáticamente las diferencias iniciales entre los grupos control y experimental en variables demográficas, socioeconómicas o de rendimiento académico previo, más allá de la prueba de conocimientos. Un análisis más detallado de estas limitaciones y su posible impacto en los resultados se presenta en la sección de Discusión (5.3).

Hipótesis del estudio

1. Los estudiantes que reciben enseñanza de Química basada en proyectos STEM (grupo experimental) muestran un mayor incremento en el rendimiento académico que los estudiantes que reciben enseñanza tradicional (grupo control).



Variable Independiente

Variable independiente (estrategia de enseñanza basada en proyectos STEM): se define operacionalmente como la implementación de proyectos interdisciplinarios que integran Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en la enseñanza de la Química. Se implementan dos condiciones:

- a) Enseñanza tradicional (grupo control).
- b) Enseñanza basada en proyectos STEM (grupo experimental).

Variable dependiente

Variable dependiente (aprendizaje de la Química): se define operacionalmente como el rendimiento de los estudiantes en pruebas estandarizadas de conocimientos de la Química y su capacidad para aplicar estos conocimientos en proyectos prácticos.

Participantes

La población está conformada por 146 estudiantes matriculados en quinto año del nivel Secundario del Politécnico Andrés López Cruz, con edades entre 16 y 17 años. Se utiliza una muestra no probabilística de tipo intencional. La muestra está formada por tres secciones completas (75 estudiantes) que conforman el grupo control y otras tres secciones (71 estudiantes) que constituyen el grupo experimental. La selección de las secciones para cada grupo se realiza de forma aleatoria a través de un sorteo simple.

Instrumento de recolección de datos

Prueba de conocimiento de Química. El instrumento de evaluación consiste en una prueba de rendimiento académico compuesta por 50 ítems de opción múltiple. Este instrumento fue diseñado específicamente para evaluar el nivel de conocimiento y comprensión de los conceptos fundamentales de Química alineados con el currículo oficial establecido para el quinto año del nivel Secundario. La prueba abarca los contenidos esenciales desarrollados durante el período académico, permitiendo una evaluación comprehensiva del aprendizaje de los estudiantes. Para establecer la confiabilidad del instrumento, se realizó un estudio piloto con una muestra de 30 estudiantes con características similares a la población objetivo. El análisis de consistencia interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach arrojó un valor de 0.85, lo cual indica un alto nivel de confiabilidad según los estándares psicométricos establecidos para instrumentos de evaluación educativa



Procedimiento

El estudio se lleva a cabo durante 16 semanas, siguiendo estas etapas:

1. Aplicación del *pre-test* (prueba de conocimientos) a ambos grupos.
2. Implementación de la intervención:
 - a) Grupo control: enseñanza tradicional de la Química, siguiendo el currículo estándar con clases magistrales y prácticas de laboratorio convencionales.
 - b) Grupo experimental: enseñanza basada en proyectos STEM. Se desarrollan dos proyectos integradores.
3. Desarrollo de los proyectos STEM:
 - a) Proyecto 1: "Elaboración de jabón a partir de aceite usado".
 - b) Proyecto 2: "Fabricación de papel indicador de pH con repollo morado".

Cada proyecto sigue un ciclo de:

- a) Introducción y planteamiento del problema
- b) Investigación y diseño
- c) Experimentación y recolección de datos
- d) Análisis de resultados
- e) Presentación final

Los estudiantes trabajan en equipos de 4-5 integrantes.

4. Aplicación del *post-test* (prueba de conocimientos) a ambos grupos.

Durante la implementación de estos proyectos, se hace énfasis en la integración de las disciplinas STEM:

Ciencia: aplicación de conceptos químicos fundamentales como reacciones ácido-base, saponificación, y propiedades de la materia.

Tecnología: uso de herramientas digitales para investigación, análisis de datos y presentaciones. Se incorpora el uso del simulador PhET para modelar y visualizar procesos químicos, especialmente en el estudio de reacciones ácido-base. En el proyecto del papel indicador, se explora el uso de aplicaciones móviles para análisis de color.



Ingeniería: diseño y optimización de procesos, como la extracción eficiente de pigmentos del repollo o la mejora del rendimiento en la producción de jabón.

Matemáticas: cálculos estequiométricos, análisis estadístico de datos, y modelado matemático de reacciones químicas. Se hace especial énfasis en la conversión de unidades, crucial para la correcta interpretación y aplicación de datos químicos en diversos contextos.

Análisis de datos

Análisis cuantitativo

Se realiza una prueba t de *Student* para muestras independientes para comparar los resultados del *pre-test* y *post-test* entre los grupos.

Se calcula el índice de mejora porcentual para cada grupo utilizando la siguiente fórmula: índice de mejora porcentual = [(Puntuación *post-test* - Puntuación *pre-test*) / (Puntuación *pre-test*) x 100]. Este índice permite cuantificar el porcentaje de mejora en el rendimiento académico de cada grupo, facilitando la comparación entre el grupo experimental y el grupo control.

RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados cuantitativos obtenidos a partir de las pruebas de conocimiento administradas a los estudiantes, con el objetivo de evaluar el impacto de la intervención STEM en el aprendizaje de la Química.

Resultados de las pruebas de conocimiento (*pre-test* y *post-test*)

La Tabla uno presenta los estadísticos descriptivos de las pruebas de conocimiento administradas antes (*pre-test*) y después (*post-test*) de la intervención. Los resultados incluyen la media (promedio) y la desviación estándar de cada grupo en ambas pruebas, así como la mejora porcentual obtenida.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las pruebas de conocimiento (*pre-test* y *post-test*)

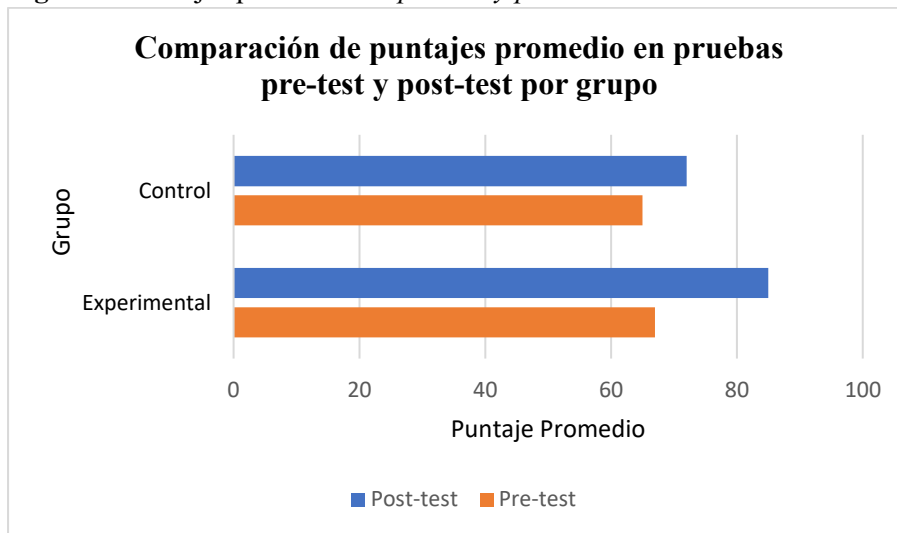
Grupo	Prueba	N	Media (Promedio)	Desviación Estándar
Control	Pre-test	75	65 / 100	10.2
Control	Post-test	75	72 / 100	8.7
Experimental	Pre-test	71	67 / 100	9.8
Experimental	<i>Post-test</i>	71	85 / 100	10.1

Nota. Las puntuaciones se presentan sobre un máximo de 100 puntos.



La Tabla uno documenta la evolución del rendimiento en ambos grupos a lo largo del estudio. Partiendo de niveles prácticamente equivalentes en el pretest (65/100 en el grupo control y 67/100 en el experimental), los resultados finales reflejan una clara divergencia: el grupo experimental elevó su promedio hasta 85/100, superando notablemente al grupo control, que alcanzó 72/100.

Figura 1. Puntajes promedio del *pre-test* y *post-test*



Análisis estadístico inferencial

Para determinar la significancia estadística de las diferencias entre los puntajes del *post-test* de los grupos control y experimental, se aplicó una prueba t de *Student* para muestras independientes. Esta prueba es adecuada dado que compara dos grupos independientes y la variable dependiente (puntaje en el *post-test*) sigue una distribución normal.

Tabla 2. Resultados de la prueba t de *Student* para las puntuaciones del *Post-test*

Comparación	Valor t	Grados de libertad	Valor p	D de Cohen
Posttest: Experimental vs Control	6.12	144	< .001	1.02

Nota: El valor p indica la probabilidad de obtener resultados tan extremos como los observados si la hipótesis nula fuera cierta. La d de Cohen es una medida del tamaño del efecto.

Los datos estadísticos expuestos en la Tabla dos, analizados mediante la prueba t de *Student*, señalan diferencias significativas entre los grupos ($t(144) = 6.12, p < .001$). Esto indica que la probabilidad de que estas diferencias se deban al azar es extremadamente baja. Adicionalmente, el tamaño del efecto, medido con la d de Cohen ($d = 1.02$), sugiere un efecto grande de la intervención STEM en el rendimiento académico de los estudiantes.

Análisis de la mejora porcentual

Para evaluar el progreso relativo de cada grupo, se calculó el índice de mejora porcentual (IMP), utilizando la siguiente fórmula: $IMP = [(Puntuación\ Post-test - Puntuación\ Pre-test) / Puntuación\ Pre-test] * 100$

Tabla 3. Índice de Mejora Porcentual (IMP) por Grupo

Grupo	IMP
Control	10.77%
Experimental	26.87%

Nota: El IMP se calcula como $(Postest - Pretest) / Pretest * 100$.

Los resultados presentados en la Tabla tres revelan que el grupo experimental alcanzó un IMP del 26.87%, mientras el grupo control registró un 10.77%. Esto indica que la intervención STEM produjo una mejora relativa sustancialmente mayor en el grupo experimental en comparación con el grupo control

Estos datos refuerzan la hipótesis de que la estrategia basada en proyectos STEM es considerablemente más efectiva que los métodos tradicionales para mejorar el rendimiento académico en Química.

Tabla 4. Tasas de aprobación en el *pre-test* y *post-test*

Grupo	Pre-test	Post-test
Control	45%	68%
Experimental	48%	79%

Nota: Para aprobar se requiere un mínimo de 70 puntos.

La Tabla cuatro refleja un incremento sustancial en las tasas de aprobación: el grupo experimental elevó su porcentaje del 48% al 79% entre el pre-test y post-test, mientras el grupo control progresó del 45% al 68%. Si bien ambos grupos mejoraron su rendimiento, el avance fue notablemente más pronunciado en el grupo experimental

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio cuasiexperimental proporcionan evidencia sólida del impacto positivo de los proyectos STEM en el aprendizaje de la Química en el contexto de la educación Secundaria dominicana. La mejora significativa se observa en tres áreas principales: rendimiento académico, índice de mejora porcentual y tasa de aprobación.



En cuanto al rendimiento académico, la diferencia estadísticamente significativa entre el grupo experimental y el grupo control ($p < .001$) corrobora la hipótesis de que la implementación de proyectos STEM mejora significativamente el aprendizaje de la Química. En su investigación sobre el impacto del enfoque STEM en el desempeño académico de estudiantes de Física en Secundaria, Cuadrado (2020) determina que esta metodología de enseñanza genera un impacto favorable en el rendimiento del grupo sometido a la intervención experimental. El incremento sustancial en el puntaje promedio del grupo experimental (de 67 a 85) y en el porcentaje de aprobación (de 48% a 79%) demuestra una mejora significativa en la comprensión de los conceptos químicos por parte de los estudiantes

El grupo experimental demostró un aumento significativo en el índice porcentual de progreso en comparación con el grupo control, lo que respalda las observaciones de Galán (2021) quien afirma: “los estudiantes prefieren trabajar con el método ABP-STEM en lugar del método tradicional, porque les permite usar contextos cotidianos y hace que el aprendizaje sea más significativo” (p. 78). Este incremento en el rendimiento puede atribuirse a la naturaleza práctica y contextualizada de los proyectos STEM, que posibilitan que los estudiantes perciban la relevancia de los conceptos químicos en situaciones de la vida real. En esta misma línea, Miranda y Lee (2022) sostienen que este enfoque promueve la preparación de los estudiantes para afrontar los desafíos del siglo XXI y robustece los procesos de creación e innovación tecnológica y científica.

La metodología STEM empleada en este estudio, en consonancia con los hallazgos de Lili (2020), evidencia el potencial de los enfoques pedagógicos innovadores para promover el aprendizaje independiente y la creatividad en el campo de la química. Asimismo, como sugiere Gutiérrez (2023) al discutir la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, los estudiantes construyen nuevos conocimientos al relacionarlos intencional y sólidamente con sus ideas previas, un proceso que se ve facilitado por la naturaleza interdisciplinaria de STEM. En este sentido, la metodología STEM, al promover la exploración y la aplicación de conceptos en contextos reales, facilita la vinculación del nuevo conocimiento con las estructuras cognitivas previas de los estudiantes, favoreciendo así el aprendizaje significativo.

La interdisciplinariedad inherente al enfoque STEM, destacada por Herrera y otros (2022) parece ser un factor clave en la mejora del aprendizaje.



Al abordar los contenidos científicos desde una concepción más amplia, relacionándolos con otras áreas del conocimiento, los estudiantes logran una comprensión más completa y contextualizada de la Química. Este hallazgo está en línea con los resultados de Valenzuela y otros (2022) quienes encontraron que las estrategias didácticas interdisciplinarias contribuyen significativamente al logro del aprendizaje de los estudiantes.

La implementación exitosa de proyectos STEM en este estudio también respalda las observaciones de López-Altamirano y otros (2022) sobre la importancia de las metodologías activas en la enseñanza. Los proyectos STEM, al concebir el aprendizaje como un proceso constructivo y no receptivo, fomentan un enfoque centrado en el estudiante que parece ser particularmente efectivo en el aprendizaje de la Química.

Este éxito sugiere que la estrategia STEM puede ser una herramienta valiosa para abordar las dificultades en el aprendizaje de las Ciencias observadas a nivel nacional y con miras a las proyecciones de la OIT (2022) sobre la creciente demanda de competencias STEM en el mercado laboral futuro.

En resumen, este estudio proporciona evidencia sólida del potencial de los proyectos STEM para mejorar significativamente el aprendizaje de la Química en la educación Secundaria dominicana, donde existe la necesidad de contar con metodologías innovadoras que respondan a las necesidades de los estudiantes. Los resultados sugieren que la implementación de estrategias STEM podría ser un camino prometedor para abordar los desafíos en la enseñanza de las Ciencias a nivel nacional, promoviendo un aprendizaje más significativo, motivador y relevante para los estudiantes y en consonancia con las proyecciones de la OIT (2022) sobre la creciente demanda de competencias STEM en el mercado laboral futuro.

CONCLUSIÓN

Este estudio proporciona una evidencia convincente y multidimensional del potencial transformador de los proyectos STEM en la enseñanza de la Química en la educación Secundaria dominicana.

Los resultados cuantitativos revelan un incremento sustancial en el rendimiento académico del grupo experimental, con un aumento en el puntaje promedio 2.57 veces mayor y un IMP de 26.87%, superando significativamente al grupo control (10.77%). Este notable incremento se atribuye al enfoque práctico y contextualizado de los proyectos STEM, que fomentaron la construcción activa del conocimiento por



parte de los estudiantes. Los proyectos promovieron el desarrollo de habilidades blandas como la comunicación asertiva a través de la presentación de proyectos, el razonamiento crítico durante el análisis de resultados, y la resolución innovadora de problemas mediante el diseño de soluciones prácticas. La integración de los componentes STEM fortaleció la comprensión y aplicabilidad de conceptos químicos mediante el uso de herramientas digitales para la visualización (Tecnología), la aplicación del pensamiento de diseño en la creación de prototipos (Ingeniería), y el análisis cuantitativo de datos (Matemáticas).

Estos hallazgos son particularmente relevantes en el contexto dominicano, donde las evaluaciones PISA han evidenciado un bajo desempeño en Ciencias. Los resultados respaldan los principios del constructivismo, que enfatiza la construcción activa del conocimiento, y del aprendizaje situado, que destaca la importancia del contexto y la aplicación práctica en el proceso de aprendizaje. Esta alineación con teorías pedagógicas establecidas fortalece la validez de la metodología STEM como estrategia educativa.

Los resultados sugieren la necesidad de una reforma curricular que integre metodologías STEM en la enseñanza de las Ciencias. Esta reforma requeriría programas de formación docente especializados, la asignación de recursos y materiales adecuados, y el establecimiento de redes de colaboración entre docentes. La adopción de estas medidas no solo mejoraría la calidad educativa en Ciencias a nivel nacional, sino que también proporcionaría a los estudiantes una ventaja competitiva en su futuro académico y profesional.

Limitaciones

Este estudio presenta ciertas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el diseño cuasiexperimental empleado restringe la capacidad de establecer relaciones causales definitivas entre las variables analizadas. Sin embargo, este diseño fue el más factible dadas las restricciones del contexto educativo, donde la asignación aleatoria de estudiantes a grupos no era posible debido a la organización preexistente de las clases (como se menciona en la sección 3.1).

Debido a limitaciones logísticas y de recursos, no se evaluaron sistemáticamente las diferencias iniciales entre los grupos control y experimental en variables demográficas, socioeconómicas o de rendimiento académico previo. Reconocemos que esta es una limitación importante.



Si bien la selección de las secciones para cada grupo se realizó de forma aleatoria a través de un sorteo simple (como se indica en la sección 3.4), este procedimiento no garantiza la equivalencia de los grupos al inicio del estudio.

El sesgo de selección podría haber ocurrido si los estudiantes con mayor interés en la ciencia y la tecnología, o con mayor motivación académica, se autoseleccionaron para inscribirse en la institución donde se implementó el programa STEM. Esto podría haber sesgado los resultados, sobreestimando el impacto real de la intervención STEM. Sin embargo, es importante señalar que la institución es pública y atiende a estudiantes de diversas procedencias socioeconómicas, lo que podría mitigar parcialmente el sesgo de selección.

Además, el alcance de este estudio se limita a una única institución educativa dominicana, lo cual restringe la generalización de los resultados a otros contextos educativos del país. Es posible que las características específicas de esta institución hayan influido en los resultados, limitando su aplicabilidad a otros contextos. También, debe considerarse la posible influencia del efecto Hawthorne, puesto que la consciencia de los participantes sobre su inclusión en un estudio experimental puede haber introducido sesgos en su comportamiento y desempeño. Es posible que los estudiantes del grupo experimental, al saber que estaban participando en un programa innovador, hayan mostrado mayor entusiasmo y dedicación, independientemente de la efectividad intrínseca de la metodología STEM. Esto podría haber inflado los resultados.

Asimismo, la duración de la intervención (16 semanas) podría ser insuficiente para observar cambios significativos y sostenibles en las actitudes y la motivación de los estudiantes hacia la Química y las ciencias en general. Es posible que se requiera un seguimiento a largo plazo para evaluar el impacto real de la metodología STEM en el aprendizaje y el desarrollo de competencias científicas.

Como señala Marín (2022): "la implementación de las TIC en el aula, con la integración de nuevas herramientas y metodologías, constituye un trabajo integral y fundamental en todos los niveles educativos" (p. 95). En consonancia con esta afirmación, este estudio reconoce la necesidad de una evaluación más exhaustiva y comprehensiva de la metodología STEM.

Para futuras investigaciones, se recomienda utilizar diseños experimentales aleatorizados, en los que los estudiantes se asignen aleatoriamente a los grupos control y experimental. Esto permitiría controlar



mejor los sesgos de selección y establecer relaciones causales más sólidas. También sería valioso realizar estudios longitudinales que evalúen el impacto de la metodología STEM a largo plazo, controlando por posibles variables de confusión. Asimismo, sería importante profundizar en la integración efectiva de las TIC en la metodología STEM y su influencia en el aprendizaje de la Química, tal como sugiere Marín (2022). Finalmente, se recomienda replicar este estudio en otras instituciones educativas dominicanas, con diferentes características y contextos, para evaluar la aplicabilidad de los resultados.

Agradecimientos

El autor agradece al personal del Politécnico Andrés Francisco López Cruz por su invaluable apoyo logístico y administrativo durante la realización de esta investigación. Su colaboración fue fundamental para el éxito del estudio. También, expresa su sincero agradecimiento a los estudiantes de quinto de Secundaria por su entusiasta participación y dedicación. Su compromiso fue esencial para la obtención de los resultados presentados.

El autor declara que esta investigación y su publicación no recibieron ningún tipo de apoyo financiero externo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, S., & Barrios, M. (2023). La enseñanza contextualizada para el aprendizaje de las Ciencias Naturales. *Revista De La Universidad Del Zulia*, 14(40), 103-126. <https://doi.org/10.46925//rdluz.40.06>
- Araujo Guerrero, I. I., Paladinez Saca, D. S., Reyes Narvaez, J. W., Maza Robles, J. R., Ochoa Hermidas, G. E., & Naranjo Aguilar, M. A. (2024). Aprendizaje basado en proyectos: Efectos en el pensamiento crítico y las habilidades colaborativas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 4744-4762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12695
- Arias-De-La-Cruz, I. A., & Vergara-Ibarra, J. L. (2024). Metodología STEM para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en la Educación Básica Superior. *MQRInvestigar*, 8(4), 5845–5867. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.5845-5867>



- Bernal Párraga , A. P., Garcia , M. D. J., Consuelo Sanchez, B., Guaman Santillan, R. Y., Nivela Cedeño, A. N., Cruz Roca, A. B., & Ruiz Medina, J. M. (2024). Integración de la Educación STEM en la Educación General Básica: Es-trategias, Impacto y Desafíos en el Contexto Educativo Actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 8927-8949. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13037
- Castro Campos, P. A. (2023). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158–175. <https://doi.org/10.21676/23897856.3762>
- Castro Valle, L. (2022). Aprendizaje basado en proyectos para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Polo del Conocimiento*, 7(6), 2294-2309. <https://r.issu.edu.do/lz>
- Cuadrado, G. (2020). *Efectos del enfoque STEM en el aprovechamiento académico del curso de física de escuela secundaria* [Tesis de grado, Universidad de Puerto Rico]. <https://r.issu.edu.do/vh>
- Espinoza, S. M. (2023). Indagación y aprendizaje de las ciencias en el nivel secundario en Perú: Una revisión de la literatura. *Educere: Revista Venezolana de Educación*, 27(87), 373-391. <https://r.issu.edu.do/fj>
- Guamán Gómez, V. J., & Espinoza Freire, E. E. (2022). Aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 124-131. <https://r.issu.edu.do/Ot>
- Hernández-Álvarez, W., Vega-Santofimio, H. D., Cuéllar-Guarnizo, J. A., y Gutiérrez-Cárdenas, M. A. (2024). Tecnología para el aprendizaje: una reflexión desde la robótica educativa y STEM en el desarrollo de competencias del siglo XXI. *Praxis*, 20(3), 635-652. <https://r.issu.edu.do/aa>
- Herrera, S. G., Disca, A. E., & Martín, R. B. (2022). Potencialidades de la enseñanza en las Ciencias Naturales desde un abordaje interdisciplinario en el contexto de pandemia. *Revista de Educación en Biología*, 25(1), 58-72. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v25.n1.34518>
- Huacón Carranza, M. A., Aguirre Alvarado, O. M., Aguilar Morocho, E. K., & Miranda Gavilanes, E. J. (2023). Análisis de las teorías de aprendizaje dentro de las instituciones educativas ecuatorianas. *Ciencia y Educación*, 4(1), 30-45. <https://r.issu.edu.do/ho>



- Idoyaga, I. (2022). El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica De Divulgación De Metodologías Emergentes En El Desarrollo De Las STEM*, 4(1), 20-49. <https://r.issu.edu.do/RH>
- Instituto Dominicano de Evaluación e Investigación de la Calidad Educativa. (2019). *Programa Internacional para la Evaluación de los Estudiantes PISA 2018: Informe Nacional*. <https://r.issu.edu.do/Em>
- Isaza, J. (2023). Aportes de la educación STEM a la enseñanza de las Ciencias en Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 1520-1528. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6292
- Jumbo-Jumbo, C., & Gutiérrez Caiza, F. (2023). Influencia de las herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de química inorgánica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9915-9936. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5183
- Lara Ramírez, L. E., Pérez Vega, M. I., Villalobos Gutiérrez, P. T., Villa-Cruz, V., Orozco López, J. O., & López Reyes, L. J. (2022). Uso de laboratorios virtuales como estrategia didáctica para el aprendizaje activo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 4211-4223. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1794
- Lilí, C. (2020). *Metodologías Innovadoras para mejorar el Aprendizaje de los estudiantes de 3° de Secundaria de la I.E. "Abel Alva" de Contumaz. Año 2020* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. <https://r.issu.edu.do/m4>
- López Altamirano, D., Ojeda Sánchez, E., Paredes Maroto, M., Sánchez Aguaguña, N., Barroso Barrera, M., & Gómez Morales, M. (2022). Metodologías activas de enseñanza: Una mirada futurista al desarrollo pedagógico docente. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 1419-1430. <https://r.issu.edu.do/6NT>
- Manivel Chávez, R. A. (2022). Laboratorios virtuales: herramientas complementarias en el laboratorio de química inorgánica. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 8(8), 100. <https://r.issu.edu.do/Li>



- Marín, M. I. A. (2022). *Uso de herramientas tecnológicas y metodologías innovadoras como recurso didáctico dinamizador para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias experimentales* [Tesis doctoral, Universidad de Murcia]. <https://r.issu.edu.do/nI>
- Martínez Alonzo, J. (2022). La estrategia de laboratorio como fundamento epistemológico y práctico en la enseñanza de Química Básica. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 496-515. <https://r.issu.edu.do/jX>
- Mejía-Mejía, M. F., & Barreto-Serrano, G. I. (2022). Aprendizaje basado en problemas como método para la enseñanza de la Historia. *Revista Portal de la Ciencia*, 3 (2), 60-72. <https://doi.org/10.51247/pdlc.v3i2.312>.
- Miranda, D. Y., & Lee, L. L. (2022). Stem y sus oportunidades en el ámbito educativo. *Acta Scientiæ Informaticæ*, 6(6), 1-6. <https://r.issu.edu.do/aGe>
- Organización Internacional del Trabajo. (2022). *Perspectivas Sociales y del Empleo en el Mundo: Tendencias 2022*. <https://r.issu.edu.do/dF>
- Otero Potosi, S. A., Nuñez Silva, G. B., Valencia, C. E. S., & Castillo, D. F. P. (2023). El proceso de enseñanza en el aula desde la perspectiva del aprendizaje significativo. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(7),13-24. <https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i7.063>
- Revelo Araujo, B. M., Serrano Segura, G. M., Mero Zamora, K. J., & Plúas Muñoz, A. M. (2023). Simuladores virtuales como recursos didácticos en el aprendizaje para Bachillerato. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 4(1), 1046-1056. <https://r.issu.edu.do/sG>
- Rodríguez, D., Barros, V., Barrera, F., Zambrano, W., & Valarezo, F. (2023). Educación STEM: Una revisión de enfoques interdisciplinarios y mejores prácticas para fomentar habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 2023-2045. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5453
- Rosero Mellizo, L., Rivera Toro, K., & Guerrero-Julio, M. (2022). Simulaciones en phet como estrategia en tiempos de covid-19 para generar aprendizaje significativo al potenciar la competencia explicación de fenómenos. *Panorama*, 16(30), 258-276. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v16i30.3135>



- Ruiz Gutiérrez, O. A. (2023). Articulación interna y vinculación estratégica: Componentes clave en el taller de diseño para el aprendizaje significativo pospandémico. *Zincografía*, 7(13).
<https://doi.org/10.32870/zcr.v7i13.157>
- Torras Galán, A. (2021). *El método ABP-STEM, una oportunidad para desarrollar las capacidades creativas en la educación secundaria* [Tesis doctoral, Universitat Pompeu Fabra].
<https://r.issu.edu.do/CJf>
- Valenzuela, D. L. V., Loli, N. L. T., Romero, G. P. M., de Tomas, C. J. V., & Chaupis, Y. M. (2022). Estrategia didáctica centrada en la interdisciplinariedad de las ciencias para lograr el aprendizaje. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 9(2), 2-22.
<https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i2.3093>
- Villalobos López, J. A. (2022). Metodologías Activas de Aprendizaje y la Ética Educativa. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0 (RTED)*, 13(2), 47-58.
<https://doi.org/10.37843/rted.v13i2.316>

