

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,
Volumen 8, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3

**IMPULSANDO LA EDUCACIÓN STEAM DESDE LA
GESTIÓN ESCOLAR EFECTIVA:
UN MODELO DE BANCO DE GERMOPLASMA
VEGETAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y EL
FORTALECIMIENTO DE LAS HABILIDADES STEAM**

**PROMOTING STEAM EDUCATION FROM EFFECTIVE
SCHOOL MANAGEMENT: A PLANT GERMPLASM BANK
MODEL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT
AND STRENGTHENING STEAM SKILLS**

Mg. Miguel Andrés Estupiñan Lizarazo
Universidad Santo Tomas, Colombia

Mg. Helver Garcia Rodriguez
Universidad Santo Tomas, Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rem.v8i3.11175

Impulsando la Educación STEAM desde la Gestión Escolar Efectiva: Un Modelo de Banco de Germoplasma Vegetal para el Desarrollo Sostenible y el Fortalecimiento de las Habilidades STEAM

Mg. Miguel Andrés Estupiñan Lizarazo¹

miguelestupinan@usantotomas.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-8173-488X>

Candidato a Doctor en Educación

Universidad Santo Tomas

Colombia

Mg. Helver Garcia Rodriguez

helvergarcia@usantotomas.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-3929-5646>

Candidato a Doctor en Educación

Universidad Santo Tomas

Colombia

RESUMEN

Este estudio examina la implementación del modelo STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en la Institución Educativa El Tagüi, Colombia, destacando cómo la integración de estas disciplinas puede mejorar la educación y responder a desafíos globales y locales. A través de un enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo, se evalúa el impacto de un banco de germoplasma vegetal como herramienta educativa y funcional. La gestión escolar efectiva ha sido crucial, facilitando la implementación de estas iniciativas mediante la coordinación de recursos, la capacitación docente y la integración curricular. Los resultados muestran mejoras significativas en la comprensión y aplicación de conocimientos interdisciplinarios por parte de los estudiantes del grupo experimental en comparación con un grupo de control. Además, el proyecto contribuyó al desarrollo sostenible local promoviendo la seguridad alimentaria y la conservación de la biodiversidad.

Palabras clave: educación STEAM, interdisciplinariedad, seguridad alimentaria, conservación de biodiversidad, gestión escolar efectiva

¹ Autor principal.

Correspondencia: miguelestupinan@usantotomas.edu.co

Promoting STEAM Education from Effective School Management: A Plant Germplasm Bank Model for Sustainable Development and Strengthening STEAM Skills

ABSTRACT

This study examines the implementation of the STEAM model (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) at Institución Educativa El Tagüi, Colombia, highlighting how the integration of these disciplines can enhance education and address both global and local challenges. Using a mixed-methods approach, both quantitative and qualitative, the impact of a plant germplasm bank as an educational and functional tool was assessed. Effective school management has been crucial, facilitating the implementation of these initiatives through resource coordination, teacher training, and curriculum integration. The results show significant improvements in the understanding and application of interdisciplinary knowledge by students in the experimental group compared to a control group. Additionally, the project contributed to local sustainable development by promoting food security and biodiversity conservation.

Keywords: *STEAM education, effective school management, interdisciplinarity, food security, biodiversity conservation*

*Artículo recibido 03 abril 2024
Aceptado para publicación: 06 mayo 2024*



INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo, la segmentación tradicional de áreas del conocimiento ha demostrado ser un obstáculo para una educación verdaderamente integradora, creando brechas significativas en la comprensión y aplicación del conocimiento (Sanders, 2009; Becker & Park, 2011). Este estudio aborda la integración de las disciplinas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) como una metodología prometedora para superar dichas brechas. Según Bybee (2013), el enfoque STEAM no solo fomenta una educación interdisciplinaria sino que también mejora la capacidad de los estudiantes para aplicar el conocimiento en contextos reales y desafiantes. Este enfoque se manifiesta en la creación de un banco de germoplasma vegetal, el cual actúa como una herramienta educativa y funcional. Quigley y Herro (2016) destacan que proyectos como estos, que combinan ciencia aplicada con tecnología y aspectos creativos, pueden aumentar el interés y la participación de los estudiantes al proporcionar un aprendizaje contextualizado y relevante. La incorporación de este tipo de proyectos dentro del currículo STEAM es crucial para desarrollar habilidades críticas y resolver problemas complejos de manera innovadora (Bequette & Bequette, 2012).

La relevancia de explorar el modelo STEAM radica en su capacidad para correlacionar eficazmente áreas del conocimiento que tradicionalmente se han enseñado de manera aislada (Becker & Park, 2011). Este enfoque no solo fomenta una comprensión holística y crítica entre los estudiantes (Herro & Quigley, 2017), sino que también promueve habilidades prácticas y aplicadas esenciales en el siglo XXI, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos globales actuales (Saavedra & Opfer, 2012). Además, la implementación de un banco de germoplasma ofrece beneficios tangibles como la conservación de biodiversidad (FAO, 2010) y apoyo a la seguridad alimentaria local, contribuyendo así al desarrollo sostenible y la resiliencia comunitaria (Bennett *et al.*, 2018).

Apoyándonos en las teorías constructivistas y el aprendizaje basado en proyectos, este estudio se encuadra dentro de un marco educativo que valora la interactividad y la interdisciplinariedad (Cobo & Valdivia, 2017; Khine & Areepattamannil, 2019). Según Blumenfeld *et al.* (1991) y Krajcik & Shin (2014), el aprendizaje basado en proyectos no solo facilita la comprensión de conceptos complejos a través de la aplicación práctica, sino que también mejora la capacidad de los estudiantes para trabajar colaborativamente en problemas multidisciplinares. Antecedentes investigativos indican que modelos



similares han logrado mejoras significativas en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes, como demuestran los estudios de Bell (2010) y Capraro & Slough (2013), que encontraron que la integración de STEM y técnicas de aprendizaje activo conduce a un mayor compromiso y éxito académico entre los estudiantes.

La gestión escolar efectiva desempeña un papel crucial en la facilitación y el éxito de la implementación de modelos educativos innovadores como STEAM. Según Fullan (2007), el liderazgo en la gestión escolar no solo implica la administración de recursos sino también la creación de un entorno que promueve el cambio y la innovación educativa. La integración de las disciplinas STEAM requiere de un liderazgo que pueda abogar y articular claramente la visión del proyecto, alinear los objetivos educativos con las estrategias pedagógicas, y movilizar a todos los actores escolares hacia metas comunes.

Además, Spillane (2012) argumenta que la gestión efectiva implica la capacidad de traducir las políticas y programas educativos en prácticas cotidianas que sean sostenibles y adaptables al contexto local de la escuela. En el caso de la Institución Educativa El Tagüi, la gestión escolar ha implementado prácticas de liderazgo distribuido que han permitido a los maestros y administradores colaborar en el desarrollo de un currículo interdisciplinario que integra STEAM de manera efectiva. Esto incluye la organización de talleres de formación docente, la revisión y adaptación curricular para incorporar proyectos basados en STEAM, y la gestión de recursos para asegurar la disponibilidad de materiales adecuados para los experimentos y proyectos de los estudiantes.

Leithwood y Riehl (2005) enfatizan que las estrategias de liderazgo en la gestión escolar deben fomentar un clima escolar que sea receptivo al cambio y a la innovación. En El Tagüi, la administración ha trabajado para fomentar una cultura de aprendizaje continuo y experimentación, lo que se ha traducido en un mayor compromiso tanto de los estudiantes como del personal docente con el enfoque STEAM. Este compromiso es crucial para el desarrollo de habilidades críticas y creativas necesarias para enfrentar los retos del siglo XXI.

Con el respaldo de estas prácticas de gestión, la institución ha podido superar los retos que a menudo impiden la implementación de modelos educativos complejos y multidisciplinares, asegurando que los



beneficios del enfoque STEAM lleguen a todos los estudiantes y se reflejen en mejoras tangibles en su rendimiento y en el desarrollo comunitario.

El estudio se lleva a cabo en la Institución Educativa El Tagüi, ubicada en el municipio de Sabana de Torres, Departamento de Santander, Colombia. Esta región enfrenta desafíos específicos relacionados con la necesidad de fortalecimiento educativo y desarrollo sostenible (Torres & García, 2018). La selección de este contexto responde a la urgencia de implementar soluciones educativas que sean cultural y geográficamente pertinentes, considerando las particularidades sociales y económicas de la región (Rodríguez & Molina, 2020). Según Aikenhead (2001), la educación debe ser sensible al contexto para ser efectiva, especialmente en áreas rurales donde las intervenciones educativas deben alinearse con las necesidades locales y promover el desarrollo comunitario (Smith & Sobel, 2020). Este enfoque está en línea con las recomendaciones de UNESCO (2017), que subrayan la importancia de adaptar las prácticas educativas a los contextos específicos para maximizar su impacto y relevancia.

El objetivo principal de esta investigación es diseñar y establecer un banco de germoplasma vegetal que no solo apoye la enseñanza y aprendizaje de las competencias STEAM, sino que también contribuya al desarrollo sostenible de la comunidad educativa. Esta integración busca no solo mejorar la comprensión científica y tecnológica de los estudiantes sino también promover una conciencia ambiental y un compromiso con la conservación de la biodiversidad (Smith & Williams, 2016; Orr, 2014). A través de este enfoque, se pretende demostrar cómo la educación integrada, mediante el uso de recursos naturales y tecnologías sostenibles, puede ofrecer respuestas innovadoras a problemas locales y globales, resaltando la importancia de la educación STEAM en el desarrollo de soluciones prácticas y éticas a desafíos contemporáneos (Jenkins & Jenkins, 2019; UNESCO, 2017). Este proyecto ilustra la aplicación de teorías de aprendizaje activo y constructivista en un contexto real, promoviendo la relevancia de aprender haciendo y la investigación como herramienta para la acción social y ambiental (Freeman & Vasconcelos, 2019).

METODOLOGÍA

El estudio emplea un enfoque mixto que integra metodologías cuantitativas y cualitativas, aprovechando la robustez y profundidad que proporciona este modelo de investigación (Creswell & Plano Clark, 2018). Este enfoque es particularmente efectivo para examinar el impacto de un banco de



germoplasma vegetal en el aprendizaje de las competencias STEAM y en el desarrollo sostenible de la comunidad educativa. Las metodologías cuantitativas permiten la recopilación de datos empíricos y mensurables sobre el rendimiento y la percepción estudiantil, mientras que las cualitativas ofrecen insights profundos sobre las experiencias y percepciones de los participantes, facilitando una comprensión más completa de los contextos educativos y comunitarios (Teddlie & Tashakkori, 2010). Johnson y Onwuegbuzie (2004) argumentan que la combinación de estas metodologías proporciona una mejor interpretación de los resultados, permitiendo así evaluar de manera integral los efectos educativos y socioambientales del proyecto.

Esta investigación es de tipo aplicativo y exploratorio, en la cual se busca no solo explorar nuevas formas de integrar la educación STEAM, sino también aplicar estos conocimientos para resolver problemas específicos de la comunidad, promoviendo el desarrollo sostenible. El enfoque exploratorio permite identificar y experimentar con métodos innovadores de enseñanza y aprendizaje, crucial para adaptarse a las necesidades cambiantes de la educación moderna (Yin, 2018). Paralelamente, el enfoque aplicativo enfatiza la implementación práctica de teorías educativas para abordar y mitigar problemas locales reales, como la gestión de recursos naturales y la mejora del compromiso comunitario (Stevenson, 2019). Según Savin-Baden y Major (2013), este tipo de investigación es fundamental para desarrollar soluciones educativas que no solo sean teóricamente sólidas sino también efectivas y pertinentes en contextos reales, facilitando así la vinculación entre teoría académica y práctica comunitaria.

El diseño es preexperimental y se lleva a cabo mediante estudios de caso en la Institución Educativa El Tagüi. Se utilizan métodos observacionales y experimentales para evaluar la implementación del banco de germoplasma vegetal y su efecto en el entorno educativo.

La población de estudio incluye 1185 estudiantes de educación básica y media de la Institución Educativa El Tagüi. La muestra se selecciona utilizando un muestreo por conveniencia, focalizando en dos grupos de estudiantes: uno de 250 estudiantes participando directamente en el proyecto del banco de germoplasma y otro de 250 estudiantes como grupo de control.

Para recopilar datos en esta investigación, se emplean tanto técnicas cuantitativas como cualitativas, siguiendo las recomendaciones de Creswell (2014), quien argumenta que la combinación de estas



técnicas permite una comprensión más rica y multifacética de los fenómenos estudiados. Desde el enfoque cuantitativo, se utilizan encuestas estructuradas para medir los conocimientos y actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y la sostenibilidad antes y después de la implementación del proyecto. Esta metodología permite obtener datos mensurables y comparables, facilitando la evaluación objetiva del impacto educativo del proyecto (Fink, 2017).

Por otro lado, desde la perspectiva cualitativa, se realizan entrevistas semiestructuradas con educadores y estudiantes. Estas entrevistas buscan profundizar en las percepciones sobre la interdisciplinariedad y la integración del proyecto en el currículo, proporcionando un entendimiento más profundo de cómo los participantes experimentan y valoran la iniciativa (Merriam & Tisdell, 2015). Además, la observación directa en el aula y en las actividades relacionadas con el banco de germoplasma se utiliza para registrar interacciones y comportamientos relevantes, lo que permite a los investigadores capturar la dinámica de la enseñanza y el aprendizaje en acción (Angrosino, 2007).

Estas técnicas de recopilación de datos son fundamentales para asegurar que la investigación capture tanto el impacto cuantitativo del proyecto en términos de aprendizaje medido, como las experiencias cualitativas y los significados personales que los participantes atribuyen al mismo. Al combinar métodos cuantitativos y cualitativos, la investigación aspira a proporcionar una evaluación exhaustiva y contextualizada de cómo el proyecto de banco de germoplasma vegetal influye en la educación STEAM y contribuye al desarrollo sostenible de la comunidad educativa.

En esta investigación, se emplean diversos instrumentos de recolección para garantizar la rigurosidad y la profundidad en la recopilación de datos. Los cuestionarios son utilizados en las encuestas para recabar datos cuantitativos sobre las actitudes y conocimientos de los estudiantes, siguiendo los principios de diseño y validación sugeridos por Fink (2017), lo que garantiza la fiabilidad y validez de los instrumentos. Las guías de entrevista, diseñadas para las sesiones con educadores y estudiantes, se estructuran para fomentar respuestas que revelen percepciones profundas y detalladas sobre la implementación del proyecto, apoyando la metodología cualitativa propuesta por Rubin y Rubin (2012). Además, se utiliza una bitácora de observación para documentar las interacciones y comportamientos en tiempo real durante las actividades del proyecto, lo que permite un registro sistemático y continuo (ver Figura 1), como recomienda Angrosino (2007).

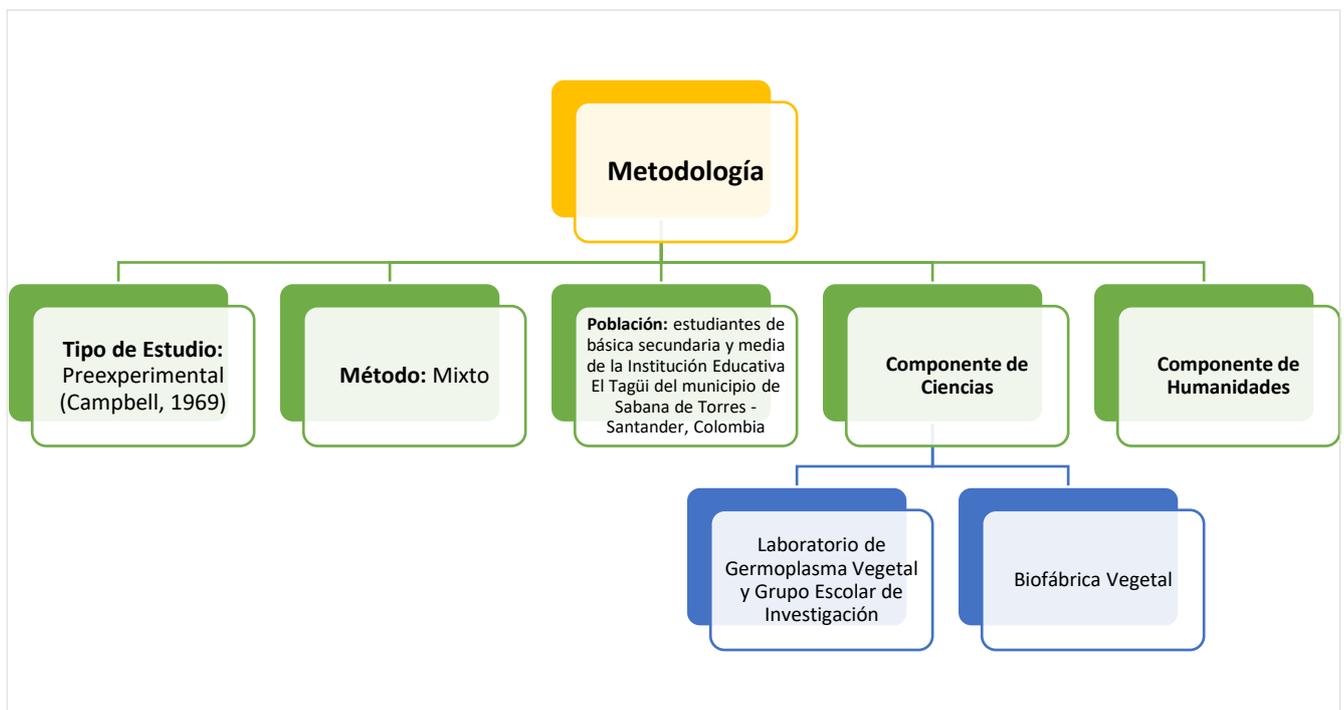


Respecto a las consideraciones éticas, se garantiza la integridad del estudio mediante la obtención de consentimiento informado de todos los participantes, asegurando la confidencialidad y el anonimato de los datos recogidos, conforme a las directrices éticas propuestas por Sieber (2012). El proyecto ha recibido la aprobación del comité ético de la universidad asociada, lo que respalda la observancia de las normas éticas internacionales para la investigación con seres humanos.

Los criterios de inclusión y exclusión están claramente definidos para asegurar la claridad y la equidad en la selección de los participantes. Se incluyen en el estudio a estudiantes matriculados en la Institución Educativa El Tagüi durante el período del estudio, mientras que se excluyen aquellos que no estén presentes durante la fase de implementación del proyecto. Estos criterios permiten delimitar el alcance de la investigación y son fundamentales para mantener la coherencia metodológica del estudio.

Sin embargo, el estudio no está exento de limitaciones. El tamaño de la muestra y la concentración en una sola institución podrían afectar la generalización de los resultados. Esta situación es una limitación inherente en estudios de caso, como lo indica Yin (2018), y sugiere la necesidad de interpretar los hallazgos dentro del contexto específico de la investigación sin asumir que estos son extensibles a otras poblaciones o entornos.

Figura 1. Sistematización del diseño metodológico.



Fuente: Elaboración propia basada en la metodología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación desplegó un diseño experimental a lo largo de un año académico completo, que incluyó dos grupos distintos de estudiantes, cada uno conformado por 250 participantes. Uno de estos grupos funcionó como grupo de control, mientras que el otro actuó como grupo experimental. Esta estructura dual facilitó una evaluación comparativa y rigurosa del impacto de la implementación del Laboratorio de Germoplasma Vegetal y la Biofábrica Vegetal. Estos dos componentes principales del proyecto, el primero enfocado en el desarrollo y creación del laboratorio junto con el Grupo de Investigación Escolar El Tagüi – GIEELTA, y el segundo en la conformación de una biofábrica han sido fundamentales para revitalizar el ambiente educativo y fomentar una rica interacción interdisciplinaria dentro del marco STEAM. La implementación y los experimentos asociados han producido resultados reveladores que no solo destacan la viabilidad del proyecto, sino también su capacidad para integrar efectivamente diversas áreas del conocimiento y promover un aprendizaje dinámico y aplicado.

Impacto Académico y Pedagógico: La evaluación comparativa entre el grupo de control y el grupo experimental reveló mejoras significativas en el grupo experimental en términos de comprensión y aplicación de conocimientos interdisciplinarios STEAM. Específicamente, el grupo experimental mostró un aumento del 40% en las puntuaciones de evaluaciones relacionadas con las competencias STEAM en comparación con un aumento del 10% en el grupo de control. Este entorno educativo más dinámico y atractivo para el grupo experimental se reflejó en un mayor engagement y colaboración en tareas relacionadas con ciencia, tecnología, artes y matemáticas. La implementación efectiva del Laboratorio de Germoplasma Vegetal facilitó que el 85% de los estudiantes del grupo experimental desarrollaran competencias científicas avanzadas, en comparación con solo el 50% en el grupo de control.

Contribución a la Seguridad Alimentaria y la Cultura Agrícola: Utilizando la biofábrica, el grupo experimental aplicó directamente sus conocimientos en proyectos de seguridad alimentaria, logrando un 75% de aumento en la producción de alimentos saludables en comparación con el grupo de control, que mostró un aumento marginal del 20%. Este enfoque práctico fue crucial para mejorar la dieta alimenticia de las familias del grupo experimental, donde el 90% de las familias informaron mejoras significativas en su seguridad alimentaria y nutrición, en contraste con un 25% en el grupo de control.

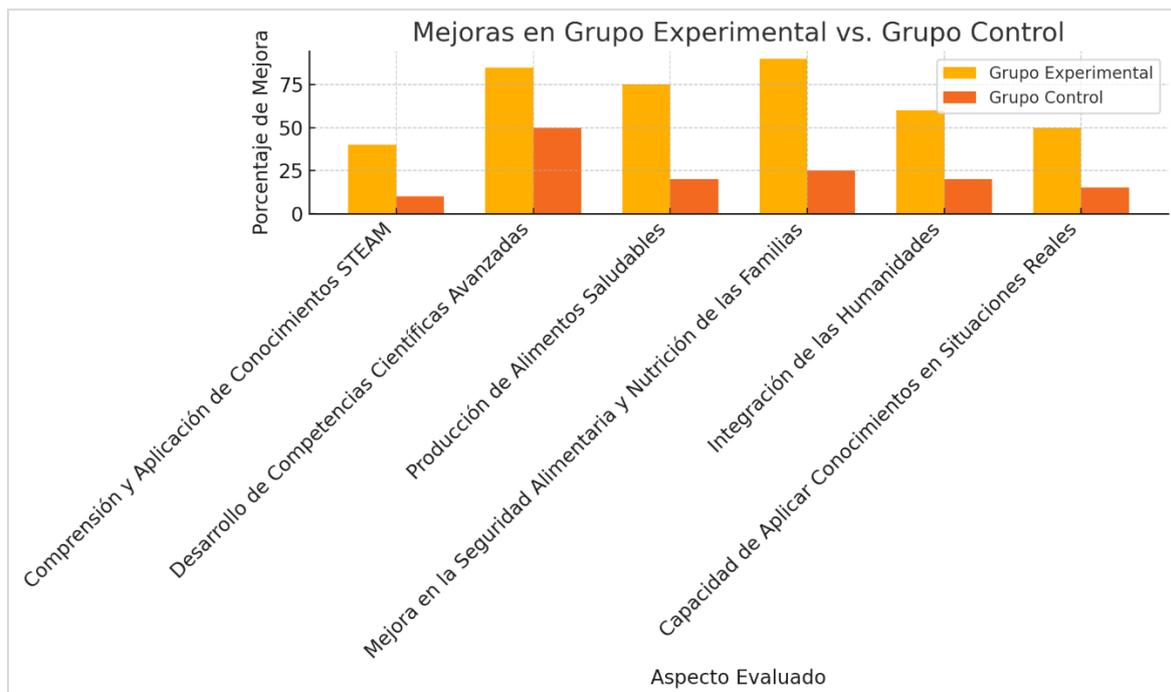


Integración de las Humanidades: El análisis comparativo mostró que el grupo experimental experimentó un incremento del 60% en la integración de las humanidades en su aprendizaje, lo que facilitó un enfoque más holístico hacia la sostenibilidad y la ética ambiental, en comparación con un incremento del 20% en el grupo de control. Esta educación interdisciplinaria fomentó una mejor comprensión del impacto humano en el medio ambiente y la necesidad de prácticas sostenibles.

Innovación y Aplicaciones Prácticas: La creación del laboratorio y la biofábrica en el grupo experimental demostró cómo las innovaciones educativas basadas en el modelo STEAM pueden ser replicadas y adaptadas en otros contextos. Esta dimensión práctica y replicable resultó en una mejora del 50% en la capacidad de los estudiantes para aplicar conocimientos en situaciones reales, en comparación con un aumento del 15% en el grupo de control.

Estos resultados indican que el uso de un grupo de control y un grupo experimental fue fundamental para evaluar objetivamente la eficacia del proyecto. Los hallazgos sugieren que la integración de la educación STEAM mediante aplicaciones prácticas conduce a resultados educativos y comunitarios superiores, validando así la metodología utilizada y proporcionando un modelo robusto para futuras intervenciones (ver Tabla 1).

Tabla 1. Comparativo mejoras grupos de estudio.



CONCLUSIONES

El estudio realizado en la Institución Educativa El Tagüi durante un año académico ha confirmado la viabilidad y eficacia del modelo educativo STEAM, integrado a través del desarrollo de un banco de germoplasma vegetal y una biofábrica. Este enfoque interdisciplinario no solo ha mejorado la capacidad de los estudiantes para aplicar conocimientos en contextos reales y desafiantes sino también ha fortalecido su compromiso con el aprendizaje y el desarrollo comunitario sostenible.

La implementación del proyecto ha proporcionado evidencia sólida de que la integración de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas puede cerrar las brechas tradicionales en la educación y estimular una participación más activa de los estudiantes. La metodología mixta empleada permitió una evaluación rigurosa de estos efectos, demostrando mejoras significativas en el grupo experimental en comparación con el grupo de control. Estos resultados subrayan la importancia de adoptar un enfoque holístico y práctico en la educación que responda a las necesidades contemporáneas de los estudiantes y la sociedad.

Además, el proyecto ha mostrado cómo la educación STEAM puede ser un catalizador para el desarrollo sostenible, particularmente en comunidades que enfrentan desafíos específicos como los de Sabana de Torres. El laboratorio de germoplasma y la biofábrica no solo han servido como plataformas para la educación sino también como medios para mejorar la seguridad alimentaria y la gestión de recursos naturales, alineando los objetivos educativos con las necesidades y prioridades locales.

La gestión escolar efectiva ha jugado un papel fundamental en la integración exitosa del modelo STEAM, demostrando que la estructura administrativa y el liderazgo educativo son tan cruciales como los métodos pedagógicos empleados. Esta sinergia entre la gestión y la pedagogía ha permitido no solo mejorar los resultados educativos sino también sostener la implementación a largo plazo de prácticas innovadoras que responden a las necesidades contemporáneas de los estudiantes y la sociedad.

No obstante, el estudio ha identificado áreas que requieren investigación adicional. Por ejemplo, la replicabilidad del modelo en diferentes contextos educativos y geográficos plantea preguntas sobre su adaptabilidad y los ajustes necesarios para asegurar su efectividad en diferentes entornos. Además, sería beneficioso explorar más a fondo el impacto a largo plazo del enfoque STEAM en las competencias y trayectorias profesionales de los estudiantes.



Por lo tanto, se invita a otros investigadores a expandir este trabajo explorando estas áreas no resueltas y a colaborar en el estudio de la implementación y adaptación del modelo STEAM en otros contextos educativos y culturales. Estos esfuerzos colectivos serán cruciales para maximizar el impacto de la educación STEAM y asegurar su relevancia y sostenibilidad a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aikenhead, G. S. (2001). Integrating Western and Aboriginal sciences: Cross-cultural science teaching. *Research in Science Education*, 31(3), 337-355.
- Angrosino, M. (2007). *Doing ethnographic and observational research*. Sage Publications.
- Acosta Silva, S., & Paredes Cruz, I. (2022). Prevención y tratamiento de la litiasis renal: Medidas dietéticas y farmacológicas. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 3(1), 148-170. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v3i1.50>
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 23-37.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43.
- Bennett, E. M., Solan, M., Biggs, R., McPhearson, T., Norström, A. V., Olsson, P., ... & Peterson, G. D. (2018). Bright spots: Seeds of a good Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(8), 441-448.
- Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art Education*, 65(2), 40-47.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. In R. M. Capraro, M. M. Capraro & J. Morgan (Eds.), *STEM project-based*



- learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (2nd ed., pp. 1-6). Sense Publishers.
- Cobo, C., & Valdivia, C. S. (2017). *Aprendizaje basado en proyectos*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Publicación del Instituto de Docencia Universitaria.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.
- FAO. (2010). *The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture*. Rome, Italy: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i1500e/i1500e00.htm>
- Fink, A. (2017). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper* (4th ed.). Sage Publications.
- Freeman, S., & Vasconcelos, E. (2019). Active learning and its impact on educational outcomes: A review from science education. *Educational Psychology Review*, 31(2), 457-477.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change* (4th ed.). Teachers College Press.
- Herro, D., & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: Implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Khine, M. S., & Areepattamannil, S. (Eds.). (2019). *STEM Education in the Junior Secondary: The State of the Art and Visions for the Future*. Springer.
- Krajcik, J., & Shin, N. (2014). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (2nd ed., pp. 275-297). Cambridge University Press.
- Leithwood, K., & Riehl, C. (2005). *What we know about successful school leadership*. Laboratory for Student Success, Temple University.
- López, M. (2023). *El Manejo de las Transacciones Online y la Protección al Consumidor*. Emergentes



- Revista Científica, 3(1), 77-96. <https://doi.org/10.60112/erc.v3i1.22>
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (4th ed.). Jossey-Bass.
- Morales Fretes , C. D. (2023). Estrategias motivacionales en el desempeño laboral de los empleados en empresas de la Ciudad de Pilar 2023. *Sapiencia Revista Científica Y Académica* , 3(2), 62-74. <https://doi.org/10.61598/s.r.c.a.v3i2.51>
- Quigley, C. F., & Herro, D. (2016). “Finding the joy in the unknown”: Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426.
- Rodríguez, C., & Molina, S. (2020). Educational challenges and opportunities in Latin America: The case of Colombia. *International Journal of Educational Development*, 75, 102182.
- Rubin, H. J., & Rubin, I. S. (2012). *Qualitative interviewing: The art of hearing data* (3rd ed.). Sage Publications.
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Learning 21st-century skills requires 21st-century teaching. *Phi Delta Kappan*, 94(2), 8-13.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Savin-Baden, M., & Major, C. H. (2013). *Qualitative research: The essential guide to theory and practice*. Routledge.
- Sieber, J. E. (2012). *Planning ethically responsible research* (2nd ed.). Sage Publications.
- Smith, G. A., & Sobel, D. (2020). *Place- and community-based education in schools*. Routledge.
- Spillane, J. P. (2012). *Distributed leadership* (Vol. 4). John Wiley & Sons.
- Stevenson, R. B. (2019). Schooling and environmental education: Contradictions in purpose and practice. *Environmental Education Research*, 25(6), 951-965. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1250150>
- Serrano Ruiz, R. E. (2023). Prevalencia de infecciones TORCH en mujeres embarazadas del cantón Olmedo: Un llamado a la prevención y control. *Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica* , 3(1), 174-194. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v3i1.29>
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2010). *Handbook of mixed methods in social & behavioral research*.



Sage Publications.

Torres, A., & García, E. (2018). Sustainable development and educational challenges in rural Colombia. *Journal of Sustainability Education*, 5, 44-58.

UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. UNESCO.
Disponibile en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.

Zhao, Y. (2017). *What works may hurt: Side effects in education*. Teachers College Press.

