

Ciencia Artística: Rol del Arte en la metodología STEAM

(en) Artistic Science: Role of Art in the STEAM methodology

(port) Ciência Artística: Papel da Arte na metodologia STEAM

Pablo Vicente Rodríguez-Espinoza

Universidad Nacional de Educación UNAE

pablovicenterodriguez10@gmail.com, pablo.rodriguez@unae.edu.ec

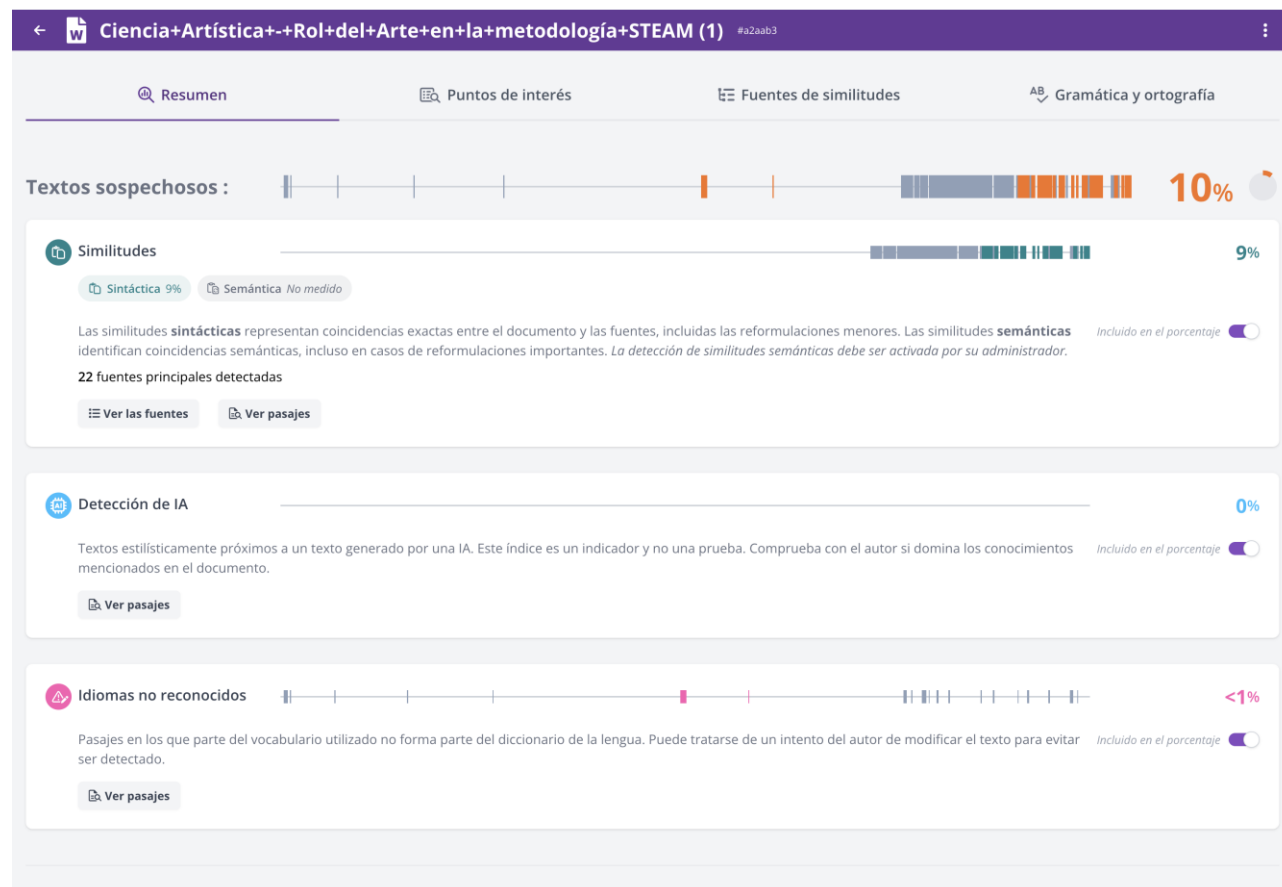
 <https://orcid.org/0009-0009-0140-078X>

Rodríguez-Espinoza, P. V. (2026). Ciencia Artística: Rol del Arte en la metodología STEAM. *YUYAY: Estrategias, Metodologías & Didácticas Educativas*, 6(1), 38-53. <https://doi.org/10.59343/yuyay.v1n1wcz8pr87>

Recepción: 17-08-2025 / Aceptación: 15-12-2025 / Publicación: 30-01-2026



Compilatio Master+ IA Similarity Report



YUYAY Vol. 6. N.1

Esta obra se comparte bajo la licencia [Creative Commons — Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional — CC BY-NC-ND 4.0](#)
Revista YUYAY, Estrategias, Metodologías & Didácticas Educativas ISSN: [2953-6685](#) e-ISSN: [2953-6677](#)

Resumen

El presente artículo tiene como principal interés explicar la importancia del arte en la educación a través de la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) y su influencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de primero de bachillerato en la asignatura de Física. En este contexto, se planifico la ejecución de proyectos educativos STEAM, que respondan dos retos interactivos enfocados en el conocimiento del universo y de las energías renovables, los cuales son contenidos curriculares de la asignatura. La metodología utilizada fue de carácter práctico-experimental, donde los estudiantes trabajaron en equipos, dentro de espacios creativos (makespaces), para abordar desafíos prácticos mediante la integración del arte y la ciencia. Los resultados revelan que el 92.5% de los estudiantes reportó un aumento en la comprensión de los temas tratados, gracias a la metodología STEAM y que el 100% de los estudiantes afirman su satisfacción con respecto a la práctica, donde sus prototipos diseñados destacaron por su innovación y estética. Finalmente, el artículo subraya la importancia de incorporar la metodología STEAM en diversas áreas, destacando su capacidad para desarrollar habilidades cruciales para preparar a las futuras generaciones frente a los desafíos del entorno laboral actual y futuro.

Palabras clave: STEAM; Arte; Física; habilidades; innovación; creatividad.

Abstract

The main interest of this article is to explain the importance of art in education through the STEAM methodology (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) and its influence on the teaching-learning process of first year of high school in the subject of Physics. In this context, the execution of STEAM educational projects is planned, which responds to two interactive challenges focused on knowledge of the universe and renewable energies, which are curricular contents of the subject. The methodology used was practical-experimental in nature, where students worked in teams, within creative spaces (makespaces), to address practical challenges through the integration of art and science. The results reveal that 92.5% of the students reported an increase in understanding of the topics covered, thanks to the STEAM methodology and that 100% of the students affirm their satisfaction with respect to the practice, where their designed prototypes stood out for their innovation and aesthetics. Finally, the article highlights the importance of incorporating the STEAM methodology in various areas, highlighting its ability to develop crucial skills to prepare future generations for the challenges of the current and future work environment.

Keywords: STEAM; Art; Physics; skills; innovation; creativity.

Resumo

O principal interesse deste artigo é explicar a importância da arte na educação através da metodologia STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) e sua influência no processo de ensino-aprendizagem do primeiro ano do ensino médio na disciplina de Física. Neste contexto, está prevista a execução de projetos educativos STEAM, que respondem a dois desafios interativos centrados no conhecimento do universo e nas energias renováveis, que são conteúdos curriculares da disciplina. A metodologia utilizada foi de natureza prático-experimental, onde os alunos trabalharam em equipa, em espaços criativos (makespaces), para enfrentar desafios práticos através da integração entre arte e ciência. Os resultados revelam que 92,5% dos alunos relataram um aumento na compreensão dos temas abordados, graças à metodologia STEAM e que 100% dos alunos afirmam a sua satisfação no que diz respeito à prática, onde os seus protótipos desenhados se destacaram pela inovação e estética. Por fim, o artigo destaca a importância da incorporação da metodologia STEAM em diversas áreas, destacando a sua capacidade de desenvolver competências cruciais para preparar as gerações futuras para os desafios do ambiente de trabalho atual e futuro.

Palavras-chave: *STEAM; Arte; Física; habilidades; inovação; criatividade.*

Notas de los autores:

El autor declara no tener conflictos de intereses.

Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes, sin compensación económica alguna.

Para la elaboración del documento se contrastó un 10% de Inteligencia Artificial (IA) para la adecuación de datos en formato de la revista.

Author Notes:

The author declare no conflicts of interest.

Written informed consent was obtained from all participants, without any financial compensation.

A 10% Artificial Intelligence (AI) tool was used to format the data for the journal.

Notas dos autores:

O autor declara não haver conflitos de interesse. Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

O consentimento livre e esclarecido por escrito foi obtido de todos os participantes, sem qualquer compensação financeira.

Uma ferramenta de Inteligência Artificial (IA) de 10% foi utilizada para formatar os dados para a publicação no periódico.

Introducción

El término STEAM es un acrónimo en inglés que simboliza las palabras Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics que traducidas al español serían (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), este enfoque surge como la evolución a la metodología STEM, que en un principio no incluía al arte dentro de sus objetivos. No fue hasta los inicios del siglo XXI que Yakman (2006), una licenciada en diseño de modas introduce el arte en STEM obteniendo como resultado el enfoque STEAM, cuya finalidad fue representar la importancia de vincular el arte con la educación técnica y científica, alegando que la inclusión de esta disciplina aporta un valor significativo en la adquisición y desarrollo de habilidades blandas.

Teniendo en cuenta que en la actualidad existe una constante evolución en los campos de educación, ciencia y tecnología; STEAM surge como una propuesta innovadora para atender las múltiples problemáticas presentes en los sistemas educativos globales, desde metodologías de enseñanza tradicionales hasta las inadecuaciones en el perfil de egreso de los estudiantes. En este sentido, Arias et al. (2024), mencionan que la educación STEAM, ofrece a los estudiantes experiencias educativas valiosas y contextualizadas, dejando a un lado a la educación tradicional. Lo cual en los últimos años ha sido una dificultad notoria para los docentes del sistema educativo, debido a que no todas las instituciones cuentan con los recursos necesarios para atender las demandas actuales en educación, limitando el desarrollo de metodologías innovadoras y afectando directamente la experiencia y el rendimiento de los estudiantes.

Es ahí donde el enfoque STEAM toma relevancia y busca atender estas problemáticas mediante estrategias innovadoras, sin necesidad de requerir equipos tecnológicos de alta gama ni un presupuesto por parte de la institución educativa. Este enfoque, impulsa a los docentes a planificar actividades didácticas e implementar métodos novedosos para obtener soluciones creativas y estéticas con recursos disponibles para los estudiantes.

El arte dentro de STEAM es un componente crucial, ya que destaca lo pulcro y la originalidad de los proyectos desarrollados y sobre todo estimula diversas habilidades blandas en los estudiantes, para que de esta manera se sientan preparados al momento de enfrentar desafíos actuales. Pérez (2015), define al arte dentro de STEAM como el encargado de estimular la curiosidad, la imaginación, el diseño, la innovación y la solución de problemas, lo cual es indispensable para el avance científico y tecnológico. Por su parte, Arnheim (1993), sostiene que, a pesar de la insuficiencia de arte en diversos currículos educativos, su importancia recae en que es el encargado de activar procesos cognitivos, los cuales son necesarios para la construcción de conceptos en distintas disciplinas. Estos puntos de vista, brindan una comprensión clara de la importancia del arte en STEAM y su impacto en la educación en general.

En este contexto de aprendizaje transdisciplinar, se evidencia la relevancia del arte dentro de la metodología STEAM, por tal motivo, el objetivo del presente artículo es analizar la influencia y el valor del arte dentro de STEAM, demostrando como esta combinación ofrece un enfoque holístico que vincula conocimientos técnicos con habilidades interpersonales y creativas.

Concepto de STEAM

Oliveros (2019), define a la educación STEAM como una estrategia pedagógica interdisciplinaria que tiene el poder de vincular e integrar 5 disciplinas independientes (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), en un sistema único. El cual ayuda de manera significativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje; Diego et al. (2022), mencionan que el enfoque STEAM dentro de la educación fomenta en los estudiantes una comprensión integral del entorno y decreta bases para su desarrollo en ámbitos tecnológicos y científicos futuros, lo cual es indispensable en perfiles profesionales según las tendencias laborales actuales y futuras.

En este sentido el STEAM mantiene varios objetivos dentro del entorno educativo, desde brindar una educación de calidad hasta el fomento de habilidades blandas como el pensamiento crítico-sistémico, la creatividad, solución de problemas, innovación, comunicación e investigación. Según los aportes de Páez y Valencia (2023), el objetivo de STEAM recae en la inclusión y equidad de género en estas 5 disciplinas, generando oportunidades equitativas para todos los estudiantes, esto debido a que existe un alto índice masculino con profesiones científicas o ingenierías. Por su parte García y García (2020), este enfoque busca facilitar a los estudiantes una perspectiva completa que promueva competencias y habilidades como la reflexión crítica, la resolución de problemas y la innovación.

Importancia del Arte en STEAM

El arte dentro de STEAM es un motor de creatividad, puesto que estimula la imaginación, autonomía e innovación en contextos tecnológicos y científicos, a fin de obtener un producto estético y original. Largo (2017), afirma que la letra A de STEAM, posibilita expresión, socialización y promueve a través de sus intervenciones pensamientos críticos en su entorno, articulando ciencias exactas, humanas, culturales y sociales.

Además, existen interconexiones entre el arte y la ciencia, las cuales son visibles en ejemplos cotidianos donde las ciencias tales como: Física, Biología, Química, Geología y Matemáticas se manifiestan a través del arte, lo cual permite al ser humano comprender fenómenos complejos de manera divertida y creativa. De este modo, Acevedo y Carmona (2021), mantienen que el arte en la educación STEAM, impulsa un aprendizaje holístico donde se integran las ciencias, matemáticas y la tecnología con la creatividad y la autoexpresión.

Beneficios de la integración del arte en STEAM

La integración del arte en STEAM ha traído consigo múltiples beneficios para los estudiantes, desde la estimulación del aprendizaje activo, hasta el desarrollo de habilidades blandas, tales como, la comunicación, trabajo en equipo, empatía, innovación, autenticidad entre otras. En consonancia con ello, existen múltiples autores que destacan otros beneficios del arte en STEAM, a continuación, se presentan los aportes de la literatura analizada:

(...) la metodología STEAM a entrelazar el Arte con la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas otorga diversas ventajas a los estudiantes, les brinda una comprensión holística

del entorno y les dota de habilidades multifacéticas que son necesarias a lo largo de su vida. En esta línea, el autor destaca que trabajar con STEAM prepara a los estudiantes para los retos futuros ya sean en el mundo laboral o cotidiano (Azcaray, 2019).

Juvera y Hernández (2021), proponen la inclusión arte-ciencia y la tecnología en el marco STEAM, a fin de que los estudiantes puedan demostrar su ingenio, analizar de forma inventiva y descubrir ideas innovadoras frente a las problemáticas actuales. Este tipo de confluencia llega a despertar su pensamiento divergente y los motiva a forjar una mentalidad abierta y creativa, competencias necesarias en el mundo actual.

Ortiz et al. (2021), indican que la instrucción de STEAM hace que el contenido sea dinámico e interactivo, lo cual despierta el interés de los estudiantes y les incentiva a indagar más sobre nuevos temas y conceptos. Del mismo modo, los investigadores afirman que se puede aprender a investigar y descubrir nuevas cosas de forma activa, siempre que STEAM incorpore simulaciones, experimentos virtuales o incluso actividades prácticas.

Rojas et al. (2023), sostiene que las verdaderas ventajas de trabajar con STEAM es que, prepara a los estudiantes en la solución de problemas, innovación, el estímulo de la creatividad, promueve la equidad de género en las áreas científicas y en especial los capacita para atender las demandas laborales futura. Los autores enfatizan en que las ventajas principales de trabajar con STEAM son beneficios de desarrollo profesional como la adquisición de nuevas habilidades, las cuales son necesarias para un perfil de egreso sobresaliente.

Enfoques pedagógicos

STEAM es una metodología ágil que comparte múltiples ideales con el aprendizaje basado en proyectos (ABP), en este sentido el arte se integra en el ABP, para planificar, diseñar y crear soluciones únicas a problemas actuales. Ramos (2020) y Alvarez-Llerena (2024), apoyan la idea de que el arte visual es un área apropiada para el desarrollo y presentación del proceso del ABP. En razón de ello el aprendizaje basado en proyectos permite a los estudiantes integrar el arte como una herramienta innovadora, para la creación de soluciones creativas.

La metodología STEAM forma parte de los métodos de enseñanza transdisciplinarios, puesto que es una estrategia que combinan el arte con otras disciplinas para una experiencia educativa más rica. Esto convierte a STEAM en un enfoque pedagógico único que fomenta la innovación y creatividad en sus participantes, mientras promueve un aprendizaje significativo y holístico.

Métodos

La metodología empleada en este estudio aplicado, fue de carácter práctico-experimental, cuyo enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) permite el análisis de la influencia y el valor del arte en la educación STEAM, en la misma se manejó un diseño preexperimental, debido a que se realizó una comparativa en un mismo grupo de estudiantes, pero en tiempos diferentes.

La población del estudio estuvo conformada por los estudiantes de primer nivel de bachillerato (3 paralelos A, B y C), de la institución educativa Manuel J. Calle de la ciudad de Cuenca - Ecuador. No obstante, se pretendió trabajar con una muestra intencional no probabilística, seleccionando al paralelo “B”, con una cantidad de 40 estudiantes, para desarrollar proyectos educativos STEAM en las prácticas de laboratorio de la asignatura Física, implementando modelos de aprendizaje activo y colaborativo.

La recolección de información se la realizó a través de la observación participante, declaraciones de estudiantes a través de grupos focales, entrevistas semiestructuradas a los docentes y una encuesta de satisfacción, para posteriormente realizar en análisis e interpretación de resultados de cada una de las técnicas e instrumentos además de una valoración general de los proyectos finales presentados por los estudiantes.

En el transcurso del año lectivo 2023 - 2024, se establecieron 2 retos STEAM, uno relacionado con el conocimiento del universo y el otro con las energías renovables, donde los estudiantes organizados en equipos de 5 personas tenían que trabajar una sesión por semana dentro de makerspaces, compartiendo ideas y colaborando creativamente para intentar resolver dichos retos.

Además, se realizó una sistematización de la literatura existente que aborda la interacción del arte en la ciencia, destacando actividades en las que la creatividad potencia el aprendizaje y la formación integral de los estudiantes. Para finalmente, examinar proyectos STEAM a nivel nacional e internacional y abarcar una perspectiva más amplia del arte dentro de un proyecto educativo.

Resultados y discusión

Impacto del arte en los proyectos STEAM

La incorporación del arte en los proyectos STEAM presentó un impacto positivo, en el que los estudiantes incrementaron su comprensión de los conceptos científicos y desarrollaron habilidades clave como lo es la creatividad, la organización y la autenticidad. Trabajar el arte en conjunto con otras áreas es un aporte significativo en la educación, pues fomenta un ambiente en el que el aprendizaje es más dinámico, ya que los estudiantes descubren nuevas cosas mientras se divierten.

Todos los equipos presentaron sus proyectos, donde la motivación y el entusiasmo eran evidentes, ya que frente a ellos se encontraba su obra artística, en la cual invirtieron tiempo y dedicación, trabajando por más de 5 sesiones destinadas a la investigación, diseño y ensamblaje. Cada proyecto reflejaba creatividad, trabajo en equipo y sobre todo dominio del tema. A continuación, se presentan imágenes referentes al impacto del arte en los proyectos STEAM.

Figura 1

Telescopio TITÁN-STEAM.



Nota. La figura exhibe uno de los proyectos STEAM presentados, enfocado en el reto y la temática del Universo: Telescopio TITÁN-STEAM.

Figura 2

Generador hidroeléctrico casero.



Nota. La figura exhibe uno de los proyectos STEAM presentados, enfocado en el reto y la temática de Energías renovables: Generador hidroeléctrico casero.

Prototipos innovadores

Otro de los resultados obtenidos fue el diseño y la elaboración de proyectos educativos innovadores, en los cuales el arte fue crucial. La estética resaltante en los proyectos desencadenó intriga en los observadores durante su presentación; los colores, el nombre, la pulcritud en los detalles, el orden, la limpieza en el acabado

YUYAY Vol. 6. N.1

Esta obra se comparte bajo la licencia [Creative Commons — Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) — CC BY-NC-ND 4.0
Revista YUYAY, Estrategias, Metodologías & Didácticas Educativas ISSN: [2953-6685](https://doi.org/10.29353/2953-6685) e-ISSN: [2953-6677](https://doi.org/10.29353/2953-6677)

son expresiones artísticas por parte de los estudiantes, logrando ejemplificar a través de un prototipo soluciones científicas novedosas y piezas artísticas para las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Estos acontecimientos, demuestran cómo una disciplina en este caso el arte, puede intervenir en otras disciplinas y mejorar la percepción y comprensión de la misma. A continuación, se presentan imágenes que demuestran estética en prototipos innovadores.

Figura 3

Telescopio de realidad aumentada.



Nota. La figura muestra uno de los proyectos STEAM con enfoque innovador, basandose en el reto y la temática del Universo: Telescopio de realidad aumentada.

Figura 4

Generador eólico PURFE.



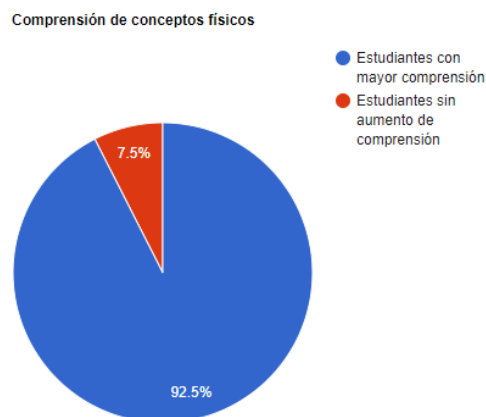
Nota. La figura muestra uno de los proyectos STEAM con enfoque innovador, basandose en el reto de Energías renovables: Generador eólico PURFE.

Arte como motor de aprendizaje

Al concluir con las actividades, se realizó una evaluación y valoración de aprendizajes sobre los temas, “universo” y “energías renovables”, en las cuales los resultados han sido satisfactorios. El 92.5% de los estudiantes reportó mayor comprensión de conceptos físicos gracias a la implementación de la metodología STEAM, mientras que el 7.5% no presentó aumento de comprensión. Lo cual se encuentra representado en la siguiente figura.

Figura 5

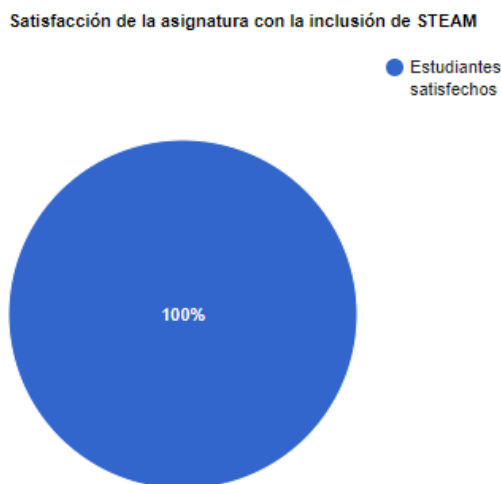
Comprensión de Conceptos Físicos a través de Actividades Artísticas.



Por otra parte, se optó por analizar las declaraciones de los estudiantes en los grupos focales y la encuesta, sobre la satisfacción de su aprendizaje en la asignatura de Física, la cual incremento en su totalidad, gracias a la inclusión de la metodología STEAM y específicamente del arte. Tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 6

Satisfacción de la asignatura con la inclusión de STEAM.



Finalmente, a partir del análisis de las entrevistas dirigidas a los docentes de la institución (2), se identificaron múltiples opiniones sobre la implementación de la metodología STEAM y específicamente el arte en actividades académicas y científicas con sus estudiantes. A manera general, ambos docentes supieron mencionar que relacionar la disciplina artística con otras más técnicas, ayuda al estudiante a mantener un aprendizaje activo y significativo, que le permitirá al estudiante ponerlo en práctica en un futuro inmediato, además reflejaron su satisfacción y agradecimiento, debido a que el impacto de los proyectos STEAM en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física ha sido positivo, trayendo consigo un mejor rendimiento en los estudiantes y la adquisición de nuevas habilidades.

Discusión de resultados

A pesar que las metodologías STEM y STEAM comparten sus principios, existe una brecha notable a consecuencia de la inclusión del arte. Mientras que en STEM se busca resolver problemas con ayuda de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, en STEAM se suma una dimensión artística, la cual permite abordar estos problemas de una manera más liberal, holística y creativa. En este sentido, hay que tener en cuenta que el arte por sí solo enriquece a la ciencia al impulsar creatividad, autenticidad y empatía, habilidades necesarias para enfrentar problemáticas actuales, algo que a la ciencia por si sola se le dificulta conseguir.

Además, cabe recalcar que este tipo de fusiones o vínculos existentes entre múltiples áreas de aprendizaje enriquecen a la educación desde tres tipos de enfoques, inter, multi y transdisciplinarios, lo cual favorece al estudiante a desarrollar una comprensión más completa de las necesidades actuales y como tiene que responder las mismas.

No obstante, aunque existen muchos aspectos positivos, también hay que considerar las dificultades de incluir el arte dentro de la ciencia o la tecnología. Según Ortega-Torres (2022), existen proyectos con débil percepción artística y eso se debe a la falta de formación en artes a los estudiantes o la ausencia de expertos para que guíen a los equipos. Es importante destacar que la percepción del arte puede variar en un proyecto STEAM, sin embargo, es fácil evidenciar cuando no está presente en el mismo.

Conclusiones

La importancia del arte dentro de STEAM es incuestionable, su aporte va más allá de la belleza visual o del diseño innovador de un proyecto, ya que potencia múltiples habilidades clave en los estudiantes, como la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo, entre otras, además, de incentivarlos a que establezcan conexiones artísticas con cualquier actividad que desarrollen, para así enriquecer su aprendizaje.

Aprender a relacionar el arte con la ciencia, tecnología, ingeniería y las matemáticas, desde edades tempranas garantiza una amplia gama de competencias que se acomodan a las tendencias laborales actuales y futuras. Esto fortalecerá su conocimiento técnico y práctico, lo cual a su vez genera varias oportunidades en el mundo laboral y prepara a las generaciones futuras.

Recomendaciones

Se recomienda programar secciones artísticas para el diseño o prototipéo del proyecto STEAM, los mismos se podrían desarrollar a través de makerspaces, también conocidos como espacios de hacer. En los cuales los estudiantes participantes deberán disponer de materiales y equipos para representar sus ideas creativas.

Finalmente, se recomienda implementar la metodología STEAM en otras asignaturas, ya sean relacionadas a la ciencia o no científicas. Esta integración ampliara la perspectiva de los estudiantes permitiéndoles idear, diseñar y ejecutar nuevos proyectos con múltiples enfoques, por ejemplo, culturales, académicos, sociales, integrales o incluso deportivos.

Referencias

- Acevedo-Zapata, S., & Carmona-Mesa, J. A. (2021). Análisis documental sobre la educación STEM/STEAM no formal en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas: El caso de Iberoamérica. *Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI*, 442. Editorial E. Serna. <https://www.researchgate.net/publication/355159232>
- Alvarez-Llerena, C. (2024). The Impact of Narrative-Based Activities on A1 Learners' Speaking Skill Development. *Buckingham Linguattech Journal*, 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.66836/linguatech.v1n1.1>
- Anggraeni, R., & Suratno, A. (2021). The analysis of the development of the 5E-STEAM learning model to improve critical thinking skills in natural science lesson. *Journal of Physics: Conference Series*, 1832. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012050>
- Arias, W., Mejía, M., Carranza, S., & Alvarado, H. (2024). Educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en la educación básica: integración curricular y efectividad, una revisión desde la literatura. *Polo del Conocimiento*, 9(2), 2026-2045. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i2.6651>
- Arnheim, R. (1993). Consideraciones sobre la educación artística. Traducción de Fernando Inglés Bonilla. Barcelona: Paidós
- Azcaray, J. (2019). Metodología para integrar el diseño en un proceso curricular STEAM a través del uso de las nuevas tecnologías creativas [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/125704>
- Balgan, A., Renchin, T., & Ojgoosh, K. (2022). An Experiment in Applying Differentiated Instruction in STEAM Disciplines. *Eurasian Journal of Educational Research*, 98, 21-37. <https://doi.org/10.14689/ejer.2022.98.02>
- Bautista, D., Suarez, M., & Gómez, J. (2020). Educación STEM en las actitudes de los estudiantes de secundaria hacia la ingeniería. *Educación En Ingeniería*, 15(29), 89–103. <https://doi.org/10.26507/rei.v15n29.1079>
- Bautista-Vallejo, J., & Hernandez-Carrera, R. (2020). Learning based on the STEM model and the key of meta-cognition. *01 Innoeduca-International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(1), 14-25.
- Botero Espinosa, J. (2018). Educación STEM: Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender. Stilo Impresores Ltda.
- Bozkurt, A., Ucar, H., Durak, G., & Idin, S. (2019). El estado actual del arte en la investigación STEM. Un estudio de revisión sistemática. *Cypriot Journal of Ecucacional Sciences*, 14(3). <https://doi.org/10.18844/cjes.v14i3.3447>
- Calvo, A., Gómez, E., & Peña, P. (2020). Generalidades de la ciencia y lo científico. En A. Calvo, E. Gómez, & J. Daza, Modelos teóricos para fisioterapia (págs. 11-33). Cali: Universidad Santiago de Cali.
- Christou, E., Parmaxi, A., Economides, A., Perifanou, M., Manchenko, M., & Mazaj, J. (2022). Challenges and good practices in STEM: A systematic review and implications for higher education institutions. 2022 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), 215-220. <https://doi.org/10.1109/ISEC54952.2022.10025235>

- Daugherty, M., Carter, V., & Sumner, A. (2021). Standards for technological and engineering literacy and STEM education. *Technology and engineering teacher*, 32-38.
- Diego-Mantecón, J. M., Ortiz-Laso, Z., & Blanco, T. F. (2022). Reflexiones del Open STEAM Group sobre el impacto del enfoque integrado del contenido en el aprendizaje de las matemáticas. En T. F. Blanco, C. Núñez-García, M. C. Cañadas y J. A. González-Calero (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXV* (pp. 81-94). Santiago de Compostela: SEIEM. <https://www.seiem.es/docs/actas/25/Seminarios/081.pdf>
- ElSayary, A. (2021). Transdisciplinary STEAM Curriculum Design and Authentic Assessment in Online Learning: A Model of Cognitive, Psychomotor, and Affective Domains. *Journal of Turkish Science Education*, 493-511. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.86>
- Gabbianelli, G. (2020). Steam-h. Mejorar la experiencia de aprendizaje STEM en las escuelas primarias a través de un enfoque multidisciplinar basado en Steam. <https://www.steamh.eu>
- Galadima, U., & Ismail, Z. I. (2019). A new pedagogy for training the pre-service mathematics teachers readiness in teaching integrated STEM education.
- García, R., & García, C. (2020). Metodología STEAM y su uso en matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 163-180. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1212>
- Habib, K., Ka, E., Saad, M., Hussain, A., Ayob, A., & Ahmad, A. (2021). Internet of Things (IoT) Enhanced Educational Toolkit for Teaching & Learning of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). 2021 IEEE 11th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET), 194-199. <https://doi.org/10.1109/ICSET53708.2021.9612579>
- Hong, H.-Y., Lin, P.-Y., Chen, B., & Chen, N. (2019). Integrated STEM Learning in an Idea-centered Knowledge-building Environment. *Asia-Pacific Education Researcher*, 1, 63-76.
- Huang, Z., Kougianos, E., Ge, X., Wang, S., Chen, P., & Cai, L. (2021). A Systematic Interdisciplinary Engineering and Technology Model Using Cutting-Edge Technologies for STEM Education. *IEEE Transactions on Education*, 64(4), 390-397. <https://doi.org/10.1109/TE.2021.3062153>
- Juvera, J., & Hernández-López, S. (2021). STEAM en la infancia y la brecha de género: una propuesta para la educación no formal. *EDU REVIEW. International Education and Learning Review/ Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 9(1), 9-25. <https://doi.org/10.37467/gka-revedu.v9.2712>
- Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N., & Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*, 9(2). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00319-7>

- Largo, J. (2017). Estrategias educativas para generar movimientos educativos juveniles entorno a las competencias STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas). (p.15). <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/5014.pdf>
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. International Journal of STEM Education volume, 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Oliveros, M. (2019). STEAM como herramienta para fomentar los estudios de ingeniería. *Revista Científica*, 35(2), 158-166. <https://dx.doi.org/10.14483/23448350.14526>
- Ortega-Torres, E. (2022). Training of future steam teachers: Comparison between primary degree students and secondary master's degree students. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 484-495. <https://doi.org/10.3926/jotse.1319>
- Ortiz, J., Greca, I., & Meneses, J. (2021). Efectos de una propuesta STEAM integrada en el desarrollo competencial del alumnado de Educación Primaria. *Infancia y Aprendizaje*. Publicación anticipada en línea. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925473>
- Ortiz, J., Sanz, R., & Greca, I. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13-33. <https://doi.org/10.35362/rie8724634>
- Páez-Mayoral, A. M. & Valencia-Manquillo, R. (2023). Formación docente en estrategias lúdicas para el desarrollo de habilidades tempranas en el proceso de enseñanza aprendizaje orientado a las STEAM en el nivel de pre jardín del jardín infantil Mi Casa de los Sueños [Tesis de licenciatura]. Fundación Universitaria Los Libertadores, Sede Bogotá. <https://repository.libertadores.edu.co/items/224da692-e6d9-4594-a31c-2ae1ac73df42>
- Pérez, J. (2015). "STEM, STEAM... ¿pero eso qué es?". Odite.ciberespiral.org. <http://odite.ciberespiral.org/ca/comunitat/ODITE/recurs/stem-steam-pero-eso-que-es/58713dbd-414c-40eb-9643-5dee56f191d3>
- Ramos Vallecillo, N. (2020). Pintando Sonrisas: una experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos. Observar. *Revista Electrónica De Didáctica De Las Artes*, (14), 46-62. <https://www.observar.eu/ojs/index.php/Observar/article/view/112>
- Rojas-Mesa, J. E., Martín-Perico, J. Y., Garibello-Suan, B., García-Murillo, P. G., Franco-Ortega, J. A., & Manrique-Torres, C. (2023). Avances de la vinculación de los modelos STEM y STEAM en el sistema educativo Español, Estadounidense y Colombiano. Una revisión sistemática de literatura. *Revista Española de Educación Comparada*, (42), 318-336. <https://doi.org/10.5944/reec.42.2023.31385>
- Yakman, G. (2008). "STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education". Tesis Virginia Polytechnic and State Univ.
- Zhong, H. X., Chin Feng, L., Jui Hung, C., & Po Sheng, C. (2022). Developing creative material in STEM courses using integrated engineering design based on APOS theory. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09788-5>