


INTEGRANDO ONDAS Y SONIDO: UNA EXPERIENCIA EDUCATIVA INNOVADORA DESDE EL ENFOQUE STEAM+H

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.326112507032>

Fecha de aceptación: 21/05/2025

Fidel Rafael Rojas Inga

Ewer Portocarrero Merino

Clorinda Natividad Barrionuevo Torres

Laura Carmen Barrionuevo Torres

Amancio Ricardo Rojas Cotrina

innovación educativa “Ideas que Inspiran”. Este relato detalla los procesos, hallazgos y aprendizajes obtenidos, destacando la importancia de metodologías activas en la educación superior.

PALABRAS-CLAVE: Ondas. Sonido. Contaminación acústica. Innovación educativa. STEAM+H.

RESUMEN: Durante el ciclo 2024-I, en el curso de Física 1 del tercer ciclo de la Escuela Profesional de Biología, Química y Ciencia del Ambiente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, se implementó una innovadora estrategia pedagógica basada en el enfoque STEAM+H. A través de actividades grupales y el uso de herramientas tecnológicas como el simulador PhET, los estudiantes exploraron la relación entre las ondas y el sonido. Las actividades incluyeron simulaciones, experimentos con figuras de Chladni, el desarrollo de proyectos sobre contaminación acústica y presentaciones en eventos comunitarios. Como resultado, se logró una comprensión profunda del fenómeno de las ondas, fomentando la colaboración y la creatividad. Esta experiencia fue galardonada con el primer y segundo puesto en el concurso de

INTEGRATING WAVES AND SOUND: AN INNOVATIVE EDUCATIONAL EXPERIENCE FROM THE STEAM+H APPROACH

ABSTRACT: During the 2024-I semester, in the Physics 1 course of the third cycle of the Professional School of Biology, Chemistry, and Environmental Science at the National Hermilio Valdizán University, an innovative pedagogical strategy based on the STEAM+H approach was implemented. Through group activities and the use of technological tools such as the PhET simulator, students explored the relationship between waves and sound. The activities included simulations, experiments with Chladni figures, the development of projects on noise pollution, and presentations at community events. As a result, a deep understanding of the wave phenomenon

was achieved, fostering collaboration and creativity. This experience was awarded first and second place in the educational innovation contest “Ideas that Inspire.” This account details the processes, findings, and lessons learned, highlighting the importance of active methodologies in higher education.

KEYWORDS: Waves. Sound. Noise pollution. Educational innovation. STEAM+H.

INTRODUCCIÓN

La educación STEAM, según Vizcarra (2022), se basa en la integración de diversas disciplinas como Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Arte, las cuales no operan de manera aislada, sino que se interrelacionan para favorecer un aprendizaje contextualizado y significativo. Esta integración prepara a los individuos para enfrentar los desafíos del mundo laboral, una necesidad cada vez más urgente debido a la rápida transformación tecnológica. En este sentido, Martínez Zamudio et al. (2021) argumentan que las personas están constantemente expuestas a conocimientos en distintas áreas, lo que exige un replanteamiento de las estrategias pedagógicas. La educación STEAM, al romper con los enfoques tradicionales, se presenta como una alternativa innovadora para modernizar la enseñanza mediante la incorporación de metodologías activas, herramientas tecnológicas y la consideración del contexto de aprendizaje. De esta manera, la interdisciplinariedad en STEAM se convierte en un proceso dinámico en el que cada disciplina aporta su esencia, permitiendo abordar de manera integral los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y la matemática.

Desde esta perspectiva, Ahn & Choi (2015) sostienen que la educación STEAM tiene como principal objetivo desarrollar en los estudiantes del siglo XXI habilidades esenciales para el progreso científico e intelectual, lo que a su vez impulsa el avance tecnológico. La integración de estas disciplinas permite que los estudiantes cumplan con los objetivos curriculares en carreras científicas, fomentando un aprendizaje más profundo y significativo. De Souza & Montenegro (2022) destacan que la educación STEAM se caracteriza por diversos enfoques clave, entre ellos la combinación de distintas áreas del conocimiento, el uso de problemas reales para fortalecer la alfabetización, la participación activa en la toma de decisiones con impacto social, la aplicación del conocimiento científico para abordar y resolver problemáticas sociales y la integración de la tecnología en la sociedad con el fin de ampliar su alcance y desafiar a los estudiantes a enfrentar nuevos retos (Office of the Chief Scientist, 2013).

En este contexto, la enseñanza de la Física en la educación superior enfrenta desafíos significativos, especialmente en la formación de docentes y en la comprensión profunda de los conceptos fundamentales por parte de los estudiantes. Tradicionalmente, la Física se ha enseñado con metodologías que priorizan la memorización de fórmulas, lo que limita el desarrollo de habilidades como la creatividad, la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento (Moreira, 2018). Esto ha llevado a que muchos estudiantes perciban esta disciplina como abstracta y compleja, afectando negativamente su interés y motivación.

Para responder a estos desafíos, ha emergido el enfoque STEAM+H (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics + Humanities), que amplía la propuesta STEAM al incorporar las humanidades, promoviendo una educación más integral y alineada con las necesidades del siglo XXI (Johnston et al., 2022). Investigaciones recientes han demostrado que aplicar este enfoque en la enseñanza de la Física facilita una comprensión más profunda de los conceptos, estimula la creatividad y fomenta una mayor participación en el aula (Domínguez et al., 2019; Putri et al., 2023). Mora Ley et al. (2023) señalan que la integración de disciplinas en el modelo STEM ha mejorado la enseñanza y el aprendizaje de la Física en distintos niveles educativos. Asimismo, Suárez Rodríguez et al. (2023) destacan que este modelo se ha consolidado como una de las estrategias más eficaces para la enseñanza de las ciencias. En este sentido, Cañizares Millán (2023) propone el uso de simulaciones por ordenador para la enseñanza de ondas en educación secundaria, evidenciando mejoras significativas en la comprensión de los estudiantes.

La implementación de metodologías activas y herramientas tecnológicas ha sido clave para fortalecer la enseñanza de la Física. Por ejemplo, las simulaciones interactivas como PhET permiten visualizar fenómenos abstractos y comprender mejor la relación entre las ondas y el sonido. Estas herramientas facilitan la interacción con modelos científicos y promueven el desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas (Perkins et al., 2014).

En este marco, la presente investigación analiza una experiencia educativa desarrollada en el curso de Física 1 durante el ciclo 2024-I, con estudiantes del tercer semestre de la Escuela Profesional de Biología, Química y Ciencia del Ambiente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Se diseñó e implementó una estrategia basada en STEAM+H, donde los estudiantes exploraron el tema de ondas y sonido a través de simulaciones interactivas con PhET, experimentos con figuras de Chladni y proyectos sobre contaminación acústica y su impacto en la comunidad. Gracias a este enfoque, el aprendizaje se tornó más dinámico y significativo, fortaleciendo además habilidades esenciales como la comunicación, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico.

El propósito de este estudio es evaluar cómo la aplicación del enfoque STEAM+H influye en la enseñanza de ondas y sonido y analizar su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Para ello, se detallan las estrategias implementadas, los resultados obtenidos y las reflexiones derivadas de esta experiencia. Este análisis resulta relevante porque contribuye a la innovación educativa y plantea un modelo replicable en otras instituciones que busquen mejorar la enseñanza de la Física en educación superior.

A lo largo del documento, se presentan los fundamentos teóricos que sustentan esta propuesta, la metodología aplicada en el diseño de las actividades, los hallazgos obtenidos y las conclusiones. Se espera que esta experiencia sirva como inspiración para futuros proyectos educativos que busquen integrar la ciencia, la tecnología, el arte y las humanidades en una enseñanza más innovadora, participativa e interdisciplinaria.

METODOLOGÍA

Este estudio empleó un enfoque cualitativo-descriptivo, orientado a documentar y analizar una experiencia educativa innovadora basada en el enfoque STEAM+H. La metodología se estructuró en tres fases: planificación, implementación y evaluación, permitiendo un desarrollo progresivo de las estrategias pedagógicas y una valoración integral de los resultados obtenidos.

PLANIFICACIÓN

En esta primera etapa, se definieron los contenidos clave de la unidad “¿De qué manera se relacionan las ondas con el sonido?”, diseñando actividades didácticas apoyadas en el aprendizaje cooperativo y el uso de herramientas tecnológicas interactivas. La selección de estrategias y recursos tuvo como criterio principal su capacidad para facilitar la comprensión de los fenómenos ondulatorios y fomentar la participación del estudiantado.

Entre las herramientas empleadas destacaron:

- **Simulador PhET**, reconocido por su efectividad para visualizar de manera interactiva el comportamiento de las ondas.
- **Aplicación Noise Capture**, utilizada para medir y analizar la contaminación acústica en distintos entornos urbanos.
- **Experimentos con figuras de Chladni**, un método tradicional de la física experimental que permite visualizar los patrones de vibración y ondas estacionarias.

La elección de estas herramientas se basó en su utilidad para el contexto educativo y su efectividad para explorar fenómenos físicos de manera práctica y accesible. Además, se diseñó un **proyecto grupal sobre contaminación acústica**, en el cual los estudiantes aplicarían los conocimientos adquiridos en un escenario real.

IMPLEMENTACIÓN

Las actividades se desarrollaron a lo largo de dieciséis semanas, organizadas en sesiones de experimentación, análisis y aplicación del conocimiento en contextos reales. Entre las estrategias implementadas se incluyeron:

- **Simulaciones interactivas con PhET**, que permitieron a los estudiantes explorar la propagación de ondas en diferentes medios y comprender sus características esenciales.
- **Experimentos con materiales reciclados**, donde se construyeron modelos físicos para analizar la relación entre frecuencia, amplitud y longitud de onda.
- **Medición de contaminación acústica con Noise Capture**, registrando y analizando los niveles de ruido en distintos puntos del campus universitario para la elaboración de mapas de ruido.

- **Presentaciones en eventos comunitarios**, como el Día Mundial de la Vida sin Ruidos y la Feria Ambiental, donde los estudiantes expusieron sus hallazgos y propusieron soluciones para mitigar la contaminación acústica.

Cada una de estas actividades fue diseñada para promover un aprendizaje basado en la experimentación, la creatividad y el trabajo colaborativo, incentivando la aplicación del conocimiento en situaciones reales.

EVALUACIÓN

Para medir el impacto de la experiencia educativa, se empleó una combinación de herramientas cualitativas y cuantitativas:

- Rúbricas de evaluación, para analizar el desarrollo de competencias en el uso de herramientas tecnológicas, análisis de datos y resolución de problemas.
- Encuestas de satisfacción estudiantil, aplicadas al finalizar el proyecto para conocer la percepción de los participantes sobre la metodología empleada.
- Observación directa, utilizada para registrar dinámicas grupales y evaluar la participación de los estudiantes en cada fase del proceso.
- Evidencia visual, recopilada a través de fotografías y videos para documentar el proceso de aprendizaje y analizar su impacto en la motivación estudiantil.

La combinación de estos instrumentos permitió realizar una evaluación integral de la experiencia, proporcionando datos valiosos sobre la efectividad del enfoque STEAM+H en la enseñanza de los conceptos relacionados con ondas y sonido.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La implementación del enfoque **STEAM+H** en la enseñanza de ondas y sonido dentro del curso de Física 1 permitió observar mejoras significativas en la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades colaborativas y la aplicación del conocimiento en contextos reales. A continuación, se presentan los principales hallazgos de la investigación, organizados en categorías clave que responden a los objetivos del estudio.

IMPACTO DEL ENFOQUE STEAM+H EN LA COMPRENSIÓN DE ONDAS Y SONIDO

Uno de los principales desafíos en la enseñanza de la Física es lograr que los estudiantes comprendan los conceptos abstractos asociados a la propagación de ondas y su relación con el sonido. En este estudio, la combinación de simulaciones interactivas, experimentos prácticos y análisis de datos reales facilitó la construcción de conocimientos significativos.

El uso del simulador PhET resultó fundamental para que los estudiantes visualizaran el comportamiento de las ondas en distintos medios, pudiendo identificar frecuencia, amplitud, longitud de onda y velocidad de propagación. Investigaciones previas han demostrado que el aprendizaje basado en simulaciones mejora la comprensión conceptual y promueve la interacción con modelos científicos de manera más efectiva que los métodos tradicionales (Wieman & Perkins, 2005; Adams et al., 2008).

Además, la experimentación con figuras de Chladni permitió a los estudiantes observar de manera tangible cómo las ondas sonoras generan patrones de vibración, reforzando el concepto de ondas estacionarias. Según investigaciones previas, las experiencias prácticas generan un aprendizaje más profundo y duradero, ya que favorecen la interconexión entre teoría y práctica (Hofstein & Lunetta, 2004).

Los resultados obtenidos en esta categoría sugieren que la integración de herramientas tecnológicas y experimentos físicos dentro del enfoque STEAM+H mejora la comprensión de conceptos abstractos en Física y fomenta una actitud positiva hacia la materia.

DESARROLLO DE HABILIDADES TRANSVERSALES Y APRENDIZAJE COLABORATIVO

Otro de los hallazgos relevantes fue el desarrollo de habilidades transversales, como el pensamiento crítico, la comunicación y el trabajo en equipo. En este aspecto, la elaboración de proyectos grupales sobre contaminación acústica permitió que los estudiantes trabajaran en un contexto real y aplicaran sus conocimientos en la medición y análisis de ruido ambiental.

Los datos recopilados a través de la aplicación Noise Capture fueron utilizados para la creación de mapas de ruido, lo que incentivó la interpretación de datos y la generación de propuestas para reducir la contaminación acústica en el campus. La aplicación de la tecnología en el análisis de problemas ambientales refuerza la enseñanza basada en proyectos y fomenta la participación del estudiante en la construcción del conocimiento (Hmelo-Silver, 2004).

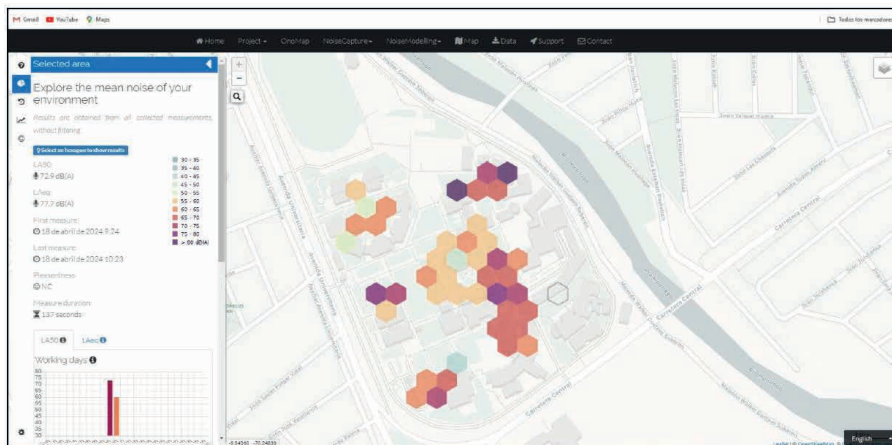


Figura 1. Visualización de niveles de ruido en el campus universitario mediante Noise Capture

Adicionalmente, la exposición de los resultados en eventos comunitarios, como el Día Mundial de la Vida sin Ruidos, permitió que los estudiantes ejercitaran sus habilidades de comunicación y argumentación científica, lo que coincidió con estudios previos sobre la importancia del aprendizaje basado en proyectos en la formación de competencias comunicativas (Blumenfeld et al., 1991).

La Tabla 1 muestra los principales indicadores evaluados en la rúbrica de desempeño grupal aplicada durante el desarrollo del proyecto.

Indicador	Nivel Bajo (%)	Nivel Medio (%)	Nivel Alto (%)
Comprensión de conceptos de ondas y sonido	10%	30%	60%
Uso de herramientas tecnológicas (PhET, Noise Capture)	15%	35%	50%
Trabajo en equipo y colaboración	5%	25%	70%
Comunicación y argumentación científica	8%	30%	62%

Tabla 1. Evaluación del desempeño grupal en el proyecto de contaminación acústica

Los datos evidencian que más del 60% de los estudiantes alcanzaron un nivel alto de comprensión de los conceptos de ondas y sonido, así como en trabajo colaborativo y comunicación científica. Esto respalda la hipótesis de que la integración del enfoque STEAM+H favorece no solo el aprendizaje disciplinar, sino también el desarrollo de competencias transversales esenciales para la formación de los estudiantes.

PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA METODOLOGÍA APLICADA

Para complementar el análisis, se aplicaron encuestas de satisfacción estudiantil con el objetivo de evaluar la percepción de los participantes sobre la estrategia pedagógica implementada. Los resultados revelaron que la mayoría de los estudiantes consideraron que las actividades fueron innovadoras, dinámicas y útiles para la comprensión del fenómeno de las ondas.

El Gráfico 1 muestra la valoración de los estudiantes sobre diferentes aspectos del enfoque metodológico.

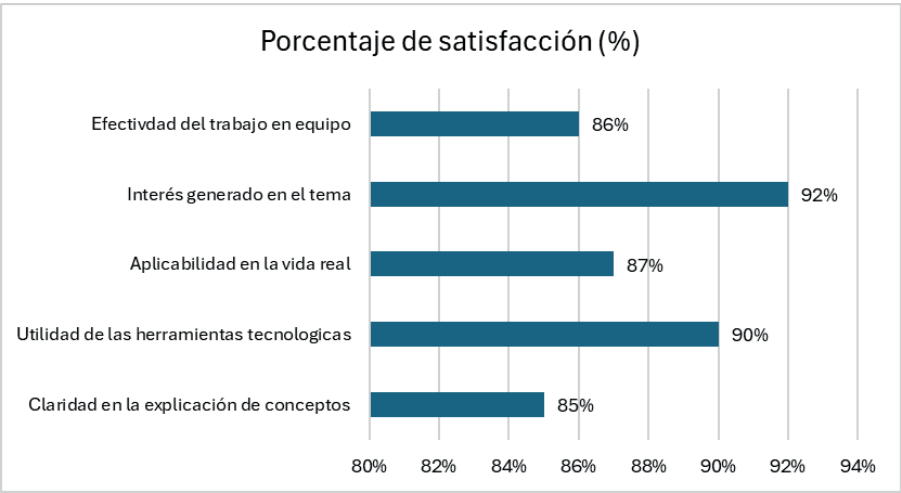


Gráfico 1. Valoración de los estudiantes sobre la estrategia pedagógica aplicada

El gráfico 1 muestra que más del 85% de los estudiantes valoraron positivamente la metodología aplicada, destacando especialmente la claridad en la explicación de conceptos (85%), la utilidad de las herramientas tecnológicas (90%) y el interés generado en el tema (92%). Estos resultados coinciden con estudios previos que indican que el aprendizaje activo y basado en proyectos aumenta la motivación y la retención de conocimientos en el estudiantado (Prince, 2004; Freeman et al., 2014).

RESULTADOS

COMPREENSIÓN DE ONDAS Y SONIDO MEDIANTE HERRAMIENTAS INTERACTIVAS

Los resultados obtenidos evidencian una mejora significativa en la comprensión de los fenómenos ondulatorios tras la implementación de estrategias didácticas basadas en simulaciones interactivas y experimentación práctica. En particular, el uso de figuras de Chladni permitió a los estudiantes observar visualmente cómo las ondas generan patrones

vibratorios en función de la frecuencia. La evaluación mediante rúbricas mostró que el 60% de los estudiantes alcanzó un nivel alto de comprensión en la identificación de propiedades de las ondas (frecuencia, amplitud, longitud de onda y velocidad de propagación), mientras que el 30% obtuvo un nivel intermedio y solo un 10% presentó dificultades en este aspecto. Estos hallazgos sugieren que la integración de herramientas digitales y experimentación física facilita la construcción de conocimientos significativos, reduciendo la abstracción de los conceptos de ondas y sonido.

DESARROLLO DE HABILIDADES COLABORATIVAS Y APLICABILIDAD DEL CONOCIMIENTO

La metodología implementada favoreció el desarrollo de habilidades colaborativas y la resolución de problemas en contextos reales. A través del uso de la aplicación Noise Capture, los estudiantes realizaron mediciones de contaminación acústica en diferentes áreas del campus universitario y elaboraron mapas de ruido para analizar sus fuentes y niveles de intensidad.

Los resultados de la evaluación grupal reflejan que el 70% de los estudiantes alcanzó un desempeño alto en colaboración y trabajo en equipo, mientras que un 25% obtuvo un nivel intermedio y solo un 5% presentó dificultades para integrarse en las actividades.

Estos hallazgos evidencian que la integración del enfoque STEAM+H no solo potencia la comprensión teórica, sino que también fortalece la capacidad de los estudiantes para aplicar el conocimiento en la solución de problemas del entorno. Además, resalta la importancia del trabajo colaborativo como una competencia clave en la formación científica y tecnológica.

PERCEPCIÓN ESTUDIANTIL SOBRE LA METODOLOGÍA APLICADA

Con el objetivo de evaluar la percepción estudiantil sobre la estrategia pedagógica implementada, se aplicaron encuestas de satisfacción. Los resultados revelaron que la mayoría de los participantes tuvo una valoración positiva del enfoque utilizado, resaltando tres aspectos clave: la claridad en la explicación de los conceptos, la utilidad de las herramientas tecnológicas y la aplicabilidad del aprendizaje en situaciones reales.

Estos hallazgos sugieren que la metodología adoptada no solo facilitó la comprensión de los contenidos, sino que también incrementó el interés y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la Física. Además, evidencian la importancia de integrar enfoques innovadores en la enseñanza para mejorar la experiencia educativa y la conexión del conocimiento con el contexto práctico.

IMPACTO EN LA MOTIVACIÓN Y PARTICIPACIÓN ESTUDIANTIL

La implementación del enfoque STEAM+H promovió una participación más activa en el curso y tuvo un impacto positivo en la motivación de los estudiantes. La presentación de proyectos en eventos comunitarios, como el Día Mundial de la Vida sin Ruidos y la Feria Ambiental, fortaleció la conexión entre la Física y su aplicabilidad en la resolución de problemas ambientales.

Los registros de observación revelaron que el 80% de los estudiantes mostró un alto nivel de compromiso con las actividades desarrolladas, lo que sugiere que la estrategia implementada no solo fomentó una mayor participación, sino que también incentivó el interés y la apropiación del conocimiento en contextos reales. Estos hallazgos destacan la importancia de metodologías activas en la enseñanza de la Física, al permitir que los estudiantes relacionen la teoría con situaciones concretas y significativas.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo principal de esta investigación fue analizar el impacto del enfoque STEAM+H en la enseñanza de ondas y sonido en el curso de Física 1. Los resultados obtenidos indican que la implementación de metodologías activas y el uso de herramientas tecnológicas mejoraron significativamente la comprensión conceptual de los estudiantes, promovieron el desarrollo de habilidades colaborativas y fomentaron una mayor motivación hacia el aprendizaje de la física.

VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS Y COMPARACIÓN CON ESTUDIOS PREVIOS

Los hallazgos obtenidos confirman la hipótesis inicial del estudio: el uso del enfoque STEAM+H facilita el aprendizaje significativo de conceptos de Física, promoviendo la participación del estudiante. La combinación de simulaciones interactivas, experimentación práctica y proyectos aplicados permitió que los estudiantes visualizaran fenómenos abstractos y comprendieran de manera más clara la relación entre las ondas y el sonido.

Estos resultados coinciden con investigaciones previas que han demostrado que la incorporación de tecnología en la enseñanza de la Física mejora la comprensión de conceptos complejos y favorece el aprendizaje basado en la exploración (Wieman & Perkins, 2005; Adams et al., 2008). Asimismo, estudios recientes han resaltado que el uso de simuladores como PhET permite a los estudiantes interactuar con modelos científicos y desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas (Perkins et al., 2014).

En cuanto al impacto en la motivación, los resultados evidencian que más del 85% de los estudiantes valoró positivamente la metodología utilizada, destacando el interés generado en el tema y la utilidad de las herramientas tecnológicas. Investigaciones previas

han encontrado que el aprendizaje basado en proyectos y la contextualización de la ciencia en problemas reales incrementan la motivación y la autoconfianza de los estudiantes (Hmelo-Silver, 2004; Prince, 2004).

EVALUACIÓN DEL DISEÑO METODOLÓGICO Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El diseño metodológico utilizado en esta investigación permitió abordar de manera efectiva la pregunta planteada en la introducción. La secuencia planificación-implementación-evaluación favoreció la organización del proceso y la recopilación de datos en diferentes momentos del estudio.

Sin embargo, es importante reconocer algunas limitaciones del estudio:

- La evaluación del aprendizaje se basó en rúbricas y observación, lo que, aunque permitió medir el desempeño cualitativamente, podría complementarse con pruebas de evaluación estandarizadas para obtener mediciones más precisas del impacto en la comprensión conceptual.
- La muestra del estudio se limitó a estudiantes de un solo curso universitario, por lo que los resultados no pueden generalizarse a otros contextos educativos sin estudios adicionales.
- El tiempo de implementación (dieciséis semanas) podría ser insuficiente para analizar efectos a largo plazo en la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades transversales.

Para superar estas limitaciones, futuros estudios podrían ampliar el período de implementación e incluir un grupo de control para comparar el aprendizaje con metodologías tradicionales.

IMPLICACIONES EDUCATIVAS Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos tienen importantes implicaciones para la enseñanza de la Física y la implementación del enfoque STEAM+H en educación superior. La evidencia sugiere que la integración de herramientas tecnológicas y metodologías activas debería ser promovida en los programas de formación docente, con el fin de mejorar la enseñanza de las ciencias y aumentar el interés de los estudiantes por estas disciplinas.

Para fortalecer futuras aplicaciones de esta metodología, se recomienda:

- **Incorporar evaluaciones cuantitativas** para medir de manera más objetiva el impacto del enfoque STEAM+H en el aprendizaje.
- **Ampliar la muestra del estudio** para evaluar la efectividad de la metodología en otros niveles educativos.
- **Desarrollar estrategias de seguimiento a largo plazo** para medir el impacto en la retención del conocimiento y la motivación estudiantil.

- **Explorar la integración de otras tecnologías emergentes**, como la realidad aumentada o la inteligencia artificial, para optimizar la enseñanza de la Física.

NUEVAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Si bien los resultados obtenidos son alentadores, este estudio abre nuevas interrogantes que pueden ser exploradas en futuras investigaciones:

- ¿Cómo influye el enfoque STEAM+H en la retención del conocimiento a largo plazo?
- ¿Cuál es el impacto de la metodología en estudiantes con distintos estilos de aprendizaje?
- ¿Cómo se puede adaptar este enfoque en otros cursos de Física y áreas científicas?

Responder estas preguntas permitirá consolidar la efectividad del enfoque **STEAM+H** y desarrollar estrategias innovadoras para mejorar la enseñanza de las ciencias en diversos contextos educativos.

CONCLUSIONES

Este estudio evidenció que la implementación del enfoque STEAM+H en la enseñanza de ondas y sonido en el curso de Física 1 mejoró significativamente la comprensión conceptual, promovió el trabajo colaborativo y aumentó la motivación de los estudiantes. Además, se constató que el uso de herramientas tecnológicas como PhET y Noise Capture facilitó la visualización de conceptos abstractos y su aplicación en contextos reales.

Estos hallazgos resaltan la importancia de integrar metodologías activas en la enseñanza de la Física, no solo en la educación universitaria, sino también en niveles secundarios y en la formación de docentes. La combinación de experimentación práctica y aprendizaje basado en proyectos podría replicarse en otras áreas científicas para fomentar un aprendizaje más dinámico y significativo.

A partir de estos resultados, se recomienda el desarrollo de materiales didácticos basados en STEAM+H que puedan aplicarse en distintos contextos educativos. Además, el uso de plataformas interactivas y simulaciones debería considerarse en los currículos de Física para mejorar la comprensión de fenómenos complejos. Asimismo, la integración de proyectos comunitarios relacionados con el sonido y la contaminación acústica podría fomentar una mayor conciencia ambiental entre los estudiantes.

Futuras investigaciones podrían explorar la efectividad del enfoque STEAM+H en otros temas de la Física, como la mecánica o el electromagnetismo. También sería relevante analizar la retención del conocimiento a largo plazo y su impacto en el desempeño académico. Además, se recomienda estudiar cómo la incorporación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial o la realidad aumentada, podría optimizar aún más el aprendizaje en ciencias.

El enfoque STEAM+H no solo representa una innovación en la enseñanza de la Física, sino que también ofrece una oportunidad para transformar la educación científica en un proceso más interactivo, colaborativo y conectado con la realidad. La implementación de estrategias que fomenten el pensamiento crítico y la creatividad en los estudiantes es clave para preparar a las futuras generaciones en un mundo donde la ciencia y la tecnología juegan un papel fundamental en la resolución de problemas globales.

REFERENCIAS

- Adams, W. K., Paulson, A., & Wieman, C. E. (2008). What levels of guidance promote engaged exploration? A study of guided versus open-ended inquiry learning in a Science simulation. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 4(2), 020101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.020101>
- Ahn, H. S., & Choi, Y. M. (2015). *Analysis on the effects of the augmented reality-based STEAM program on education. Advanced Science and Technology Letters*, 92(1), 125-130. https://web.archive.org/web/20180602094309id_/http://onlinepresent.org/proceedings/vol92_2015/26.pdf
- 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. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Castro-Campos, P. A. (2022). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158-175. <https://doi.org/10.21676/23897856.3762>
- De Souza, A. B., & Montenegro, E. D. (2022). Aplicación de metodología MAKER y STEAM como catalizador para el desarrollo de proyectos de nano-satélites con aplicaciones a la exploración espacial en Brasil. *Revista Innovación Digital y Desarrollo Sostenible-IDS*, 3(1), 23-30. <https://doi.org/10.47185/27113760.v3n1.82>
- Domínguez, P. M., Oliveros, M. A., Coronado, M. A., & Valdez, B. (2019). Retos de ingeniería: Enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. *Innovación educativa (México, DF)*, 19(80), 15–32. <https://www.redalyc.org/journal/1794/179462794002/html/>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in Science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Johnston, K., Kervin, L., & Wyeth, P. (2022). STEM, STEAM and Makerspaces in Early Childhood: A Scoping Review. *Sustainability*, 14(20), 13533. <https://doi.org/10.3390/su142013533>
- Martínez Zamudio, A. R., Bello Martha, E. Y., & Parra Morales, P. A. (2021). *Aprendizaje STEAM: Una Propuesta de Diseño Pedagógico en Contextos de Educación Híbrida* [Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. <https://hdl.handle.net/10656/14201>

Moreira, M. A. (2018). Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos Avançados*, 32(94), 73-80. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>

Office of the Chief Scientist. (2013). Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach, Australian Government, Canberra. <https://www.chiefscientist.gov.au/sites/default/files/STEMstrategy290713FINALweb.pdf>

Park, W., Wu, J.-Y., & Erduran, S. (2020). The Nature of STEM Disciplines in the Science Education Standards Documents from the USA, Korea and Taiwan. *Science & Education*, 29(4), 899–927. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00139-1>

Perkins, K. K., Adams, W. K., Finkelstein, N. D., Pollock, S. J., & Wieman, C. E. (2014). PhET: Interactive simulations for teaching and learning Physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18-23. <https://doi.org/10.1119/1.2150754>

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>

Putri, A. S., Prasetyo, Z. K., Purwastuti, L. A., Prodjosantoso, A. K., & Putranta, H. (2023). Effectiveness of STEAM-based blended learning on students' critical and creative thinking skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(1), 44–52. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.22506>

Santillán-Aguirre, J. P., Jaramillo-Moyano, E. M., Santos-Poveda, R. D.y Cadena-Vaca, V. D.(2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 48(5). <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1599>

Vizcarra, Y. A. V. (2022). Enfoque STEAM: Aprendizaje mediante la interdisciplinariedad. *RENOVACIÓN*, 45. https://www.researchgate.net/profile/Luis-Osorio-Munoz/publication/363284380_Revista_Renovacion_Nro_10_ISSN_2955-845X/links/6320d92b071ea12e362ecd19/Revista-Renovacion-Nro-10-ISSN-2955-845X.pdf#page=45

Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2005). Transforming Physics education. *Physics Today*, 58(11), 36-41. <https://doi.org/10.1063/1.2155756>