

Proyectos experimentales como estrategia para la enseñanza de la Física: análisis de una experiencia en bachillerato

A. Zarabia Salazar^a, P. O. Cabanillas García^b, C. Pérez Angulo^b, and L. N. Inzunza Camacho^b

^aEscuela Preparatoria Dr. Salvador Allende, Universidad Autónoma de Sinaloa,
Río Tabalá, S/N, C.P. 80220, Culiacán, Sinaloa, México.

e-mail: aracelizarabia@uas.edu.mx

^bDirección General de Escuelas Preparatorias, Universidad Autónoma de Sinaloa,
Circuito interior ote., s/n, Ciudad Universitaria, 80010, Culiacán, Sinaloa, México.

e-mail: oliver_cabanillas@uas.edu.mx, perezangulo@uas.edu.mx, levyinzunza@uas.edu.mx

Received 25 November 2025; accepted 3 December 2025

Esta investigación aborda la problemática de la enseñanza tradicionalmente teórica de la física en educación media superior, donde prevalece la omisión de prácticas experimentales. Se propone la implementación de metodologías activas mediante la participación en el Concurso de Aparatos y Experimentos de Física como estrategia pedagógica transformadora. El estudio empleó un enfoque cualitativo descriptivo, analizando las experiencias de seis estudiantes ganadores del concurso estatal 2025 a través de entrevistas en profundidad sobre el desarrollo de prototipos experimentales (análisis de ondas sonoras y tipos de fluidos). Los resultados evidencian una transformación significativa en la percepción estudiantil: de concebir la física como disciplina meramente teórica a comprenderla como práctica aplicable. Los participantes desarrollaron competencias científicas, habilidades de trabajo colaborativo y mayor motivación académica, demostrando que el aprendizaje experiencial genera comprensión más profunda y duradera de los conceptos físicos.

Descriptor: Proyectos; aplicación del conocimiento; física aplicada; enseñanza-aprendizaje.

This research addresses the problem of the traditionally theoretical teaching of physics in upper secondary education, where the omission of experimental practices prevails. It proposes the implementation of active methodologies through participation in the Physics Apparatus and Experiments Competition as a transformative pedagogical strategy. The study employed a descriptive qualitative approach, analyzing the experiences of six students who won the 2025 state competition through in-depth interviews about the development of experimental prototypes (analysis of sound waves and types of fluids). The results demonstrate a significant transformation in the students' perception: from conceiving of physics as a purely theoretical discipline to understanding it as an applicable practice. The participants developed scientific competencies, collaborative work skills, and greater academic motivation, demonstrating that experiential learning generates a deeper and more lasting understanding of physical concepts.

Keywords: Projects; application of knowledge; applied physics; teaching and learning.

DOI: <https://doi.org/10.31349/RevMexFis.7.011408>

1. Introducción

La enseñanza de la física en el nivel medio superior ha estado marcada, en muchos casos, por un enfoque predominantemente teórico, lo que limita la apropiación significativa del conocimiento por parte del estudiantado. Sin embargo, la literatura actual reconoce que la implementación de metodologías activas y aprendizaje experiencial promueve aprendizajes más profundos y duraderos [1,2].

Desde la perspectiva del constructivismo educativo, el aprendizaje ocurre de manera más eficaz cuando el estudiante participa activamente en la construcción del conocimiento, mediante la acción y la reflexión sobre la experiencia [1]. Esta visión enfatiza la necesidad de estrategias que promuevan el aprendizaje autónomo, colaborativo y situado en contextos reales.

Diversos estudios han documentado que el aprendizaje activo, incluyendo la participación en experimentos, resolución de problemas y actividades prácticas, mejora sustancial-

mente el rendimiento académico, la comprensión conceptual y la motivación estudiantil [3,4]. Estas metodologías también desarrollan habilidades transversales como el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la comunicación científica. En el contexto mexicano, la Nueva Escuela Mexicana propone transformar las prácticas docentes tradicionales, destacando el papel del estudiante como protagonista de su propio aprendizaje y fomentando la práctica como medio para generar conocimientos aplicables. Sin embargo, persiste en muchas ocasiones una fuerte tendencia hacia la enseñanza teórica, basada en la repetición de fórmulas, sin el acompañamiento de actividades experimentales que permitan una comprensión más integral de los fenómenos físicos [5].

Una vía efectiva para integrar la práctica en la enseñanza de la física es la participación en concursos académicos como el Concurso de Aparatos y Experimentos de Física (CAEF), los cuales permiten a los estudiantes aplicar contenidos teóricos en el desarrollo de prototipos y experimentos. Estas experiencias enriquecen el aprendizaje, al mismo tiempo que for-

talecen el vínculo entre el conocimiento científico y su aplicación en problemas reales [6,7].

Este artículo presenta un estudio cualitativo de la experiencia de seis estudiantes de bachillerato que participaron en el CAEF, con el objetivo de analizar el impacto del aprendizaje experiencial en el desarrollo de competencias científicas, técnicas y personales. Se argumenta que esta estrategia didáctica es altamente efectiva para resignificar la física como disciplina accesible, útil y transformadora.

2. Marco Teórico

La educación media superior es una etapa que demanda atención pedagógica especializada, tanto por la diversidad sociocultural de los estudiantes como por las transformaciones cognitivas que experimenta. Martínez Ruiz [8] caracteriza este nivel como un universo polisémico que obliga a los docentes a diseñar estrategias flexibles y situadas. Además de la transmisión de contenidos, diversos enfoques han señalado que la calidad del aprendizaje depende de las condiciones bajo las cuales se implementan las estrategias pedagógicas, así como de su coherencia con las características del contexto y del estudiantado [9].

Dentro de este marco, la física representa un campo formativo de alto valor conceptual y tecnológico, aunque frecuentemente es percibida como abstracta o inaccesible. Esta imagen se ve reforzada por prácticas pedagógicas centradas en la teoría y la resolución mecánica de ecuaciones, con escasa integración de la experimentación o la aplicación contextualizada. Hernández y Esquivel [10] señalan que este enfoque limita el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, como la capacidad de análisis, y puede erosionar la motivación académica. Además, investigaciones recientes han evidenciado que la falta de involucramiento activo en entornos experimentales dificulta a los estudiantes la interpretación de resultados contradictorios, lo que debilita su capacidad para conectar modelos teóricos con datos reales [11].

Desde una perspectiva didáctica, Ludwig, Priemer y Lewalter [12] argumentan que las actividades experimentales, además de facilitar la comprensión conceptual, favorecen la apropiación de prácticas científicas como la formulación de hipótesis, el análisis de datos y la argumentación basada en evidencia. Estas prácticas contribuyen al desarrollo de competencias científicas y, al mismo tiempo, fortalecen la autonomía intelectual del estudiante, así como su participación activa en la construcción del conocimiento. Para que sean efectivas, requieren una planificación que articule los contenidos teóricos con situaciones reales, favoreciendo aprendizajes significativos.

Esta orientación coincide con los lineamientos curriculares de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). El currículo del Bachillerato UAS 2024 enfatiza la necesidad de vincular el aprendizaje con situaciones reales, promoviendo que el estudiantado asuma un papel activo en su formación. De manera complementaria, el Programa de estudio de “Conservación de la energía”, del área de conocimiento

Ciencias naturales, experimentales y tecnología, propone integrar prácticas experimentales, la elaboración de prototipos y la participación en concursos académicos como el CAEF [13], reconociendo estas estrategias como medios legítimos para fomentar el pensamiento científico en el aula. La participación en concursos escolares con proyectos científicos representa una estrategia didáctica que favorece el desarrollo de habilidades transferibles, tales como la comunicación, el trabajo colaborativo y la autoconfianza. Molist-Arenas [14] señala que estos espacios permiten a los estudiantes consolidar su expresión científica y desenvolverse con mayor seguridad en contextos académicos desafiantes. Al mismo tiempo, iniciativas de este tipo, especialmente cuando incorporan tecnologías y enfoques exploratorios, contribuyen a resignificar la física como una disciplina cercana y comprensible, vinculada a la experiencia cotidiana y al análisis del entorno [15].

3. Metodología

El presente proyecto de investigación es de tipo descriptivo con un abordaje cualitativo. Se encuestó a 6 estudiantes del cuarto y sexto semestre de la Preparatoria Dr. Salvador Alende de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Se trabajó el aprendizaje, desarrollo del prototipo y experiencia personal durante el periodo de participación en el CAEF etapa Regional.

Los jóvenes fueron ganadores y pasaron por un proceso para llegar a la etapa regional, donde obtuvieron segundo lugar en el Concurso Estatal de Aparatos y Experimentos de Física 2025. Este concurso está orientado a todo alumno de Nivel Medio superior que desee participar en una de las tres categorías (Experimento, Aparato didáctico o Aparato Tecnológico), donde el máximo de alumnos por equipo es de tres y deben contar con un asesor del área de ciencias naturales.

Se realizó una encuesta en línea (usando un Google forms), explicando a cada alumno el objetivo del proyecto de investigación. Teniendo su autorización para la promoción y publicación de sus respuestas, siempre que fuera publicado con un apellido y/o su nombre. Durante la entrevista se les dieron indicaciones de responder con claridad y sinceridad, sin presión o influencia externa, ya que se deseaba obtener información fidedigna de su sentir dentro de todo el proceso de participación dentro del CAEF. El tiempo de respuesta no debe ser mayor a dos horas para evitar influir de forma negativa en las respuestas; se propone realizar el Google Forms previamente, la captura de respuestas no debe llegar al punto de saturación o enfado, porque en ese momento las respuestas no impactan en la información obtenida hasta ese momento [16].

Los proyectos analizados en cuestión son estudiando el sonido dentro de un tubo y análisis del tipo de fluido. Para ello, el primer prototipo consiste en un tubo de vidrio, una bocina como parlante, dos celulares uno que genera ondas sonoras a diferentes frecuencias y otro que detecta la variación de las señales de onda que se forman dentro del tubo al mover el tapón (Fig. 1).

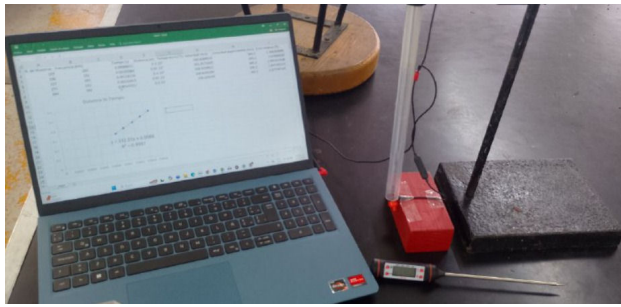


FIGURA 1. Explorando el sonido dentro de un tubo.

Al introducir el sonido en el tubo, se forman patrones característicos llamados nudos y vientres, que nos permiten visualizar cómo las ondas estacionarias se comportan en este medio gaseoso. En el caso del análisis del tipo de fluido utiliza un tinte o colorante, un recipiente con tenedor y un tubo de acrílico donde se mueve el fluido, una válvula que permite variar el gasto de líquido (Fig. 2).

Los prototipos desarrollados por los estudiantes de bachillerato de la UAS en los CAEF son consecuencia de proyectos de ciencia previstos en los programas de estudio del área de física [13,17], combinando múltiples disciplinas para idear, montar y divulgar sus prototipos. En el prototipo explorando el sonido, primero que nada, se debe medir la temperatura dentro del tubo ya que esta es una de las variables que afecta el valor de la velocidad del sonido, posteriormente se introduce en pistón dentro del tubo y se coloca el parlante en el extremo opuesto del tubo, con el uso de un celular se introduce la frecuencia a utilizar para empezar a mover el émbolo y así poder detectar los nodos dentro del tubo (Fig. 3) y con ello obtener un valor experimental para el valor de una magnitud importante en la Física.

En el caso del análisis del tipo de fluido se agrega agua dentro del contenedor, se coloca un colorante dentro de una jeringa a una altura superior a la del líquido dentro del con tenedor, posteriormente se deja pasar el tinte y se abre la válvula para observar los dos tipos de fluido (laminar o turbulento o ambos).



FIGURA 2. Alumnos con el proyecto Numero de Reynolds.

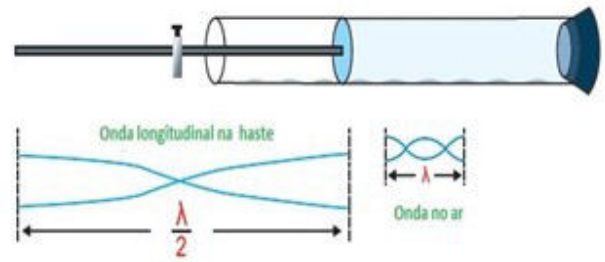


FIGURA 3. Esquema del proyecto velocidad del sonido dentro de un tubo.

4. Análisis de resultados

El análisis de las respuestas revela una serie de aprendizajes, dificultades y emociones experimentadas por los estudiantes durante su participación en el Concurso Estatal CAEF 2025 (Fig. 4). Se agrupan los hallazgos en tres ejes temáticos: obstáculos conceptuales y técnicos, gestión emocional durante el proceso, y momentos de satisfacción vinculados al logro.

Respecto a los desafíos técnicos, los participantes coinciden en que el manejo de herramientas y parámetros experimentales fue uno de los principales obstáculos. Abitia detalló: “La falta de conocimiento en las herramientas fue nuestro mayor obstáculo, requirió tiempo, esfuerzo y dinero... ya sea recomponer y conseguir materiales... esto se solía solucionar asesorándonos por nuestra cuenta viendo videos... o hablando con personas con experiencia.” Esta situación refleja una tendencia al autoaprendizaje como mecanismo de solución ante la ausencia de conocimientos previos específicos.

En el ámbito conceptual, Natalia indicó: “Se relacionan las ondas estacionarias con la velocidad del sonido.” Cristófer, por su parte, comentó: “Todas las ecuaciones que tenía que comprender, ya que afectan al funcionamiento del proyecto. Logré comprender cómo funcionan y cómo afectan gracias a que me informé mucho más sobre el tema con información que busqué en libros e internet.” Jonathan sumó que la dificultad radicó en la articulación de contenidos: “Más



FIGURA 4. Trabajo dentro del laboratorio.

que nada fue el relacionarlo con los demás temas... pero mis compañeros y asesores me ayudaron a comprender mejor.” Mientras tanto, Abril reportó no haber tenido complicaciones conceptuales, y Arellanes señaló: “Encontrar los nodos... y que la asesora nos enseñó cómo hacerlo y comprenderlo más fácil y hacer los cálculos más rápidos.” La dimensión emocional también fue significativa. Cristófer relató: “Desconocía los parámetros de fluidos... esto me creó una desesperación que me bajó algo los ánimos... lo que me motivó a continuar es la determinación que tenía por participar, me hizo mucha ilusión estar en el concurso...” Abril compartió: “Había momentos en los que me sentía algo perdida... pero lo que me motivó a seguir fue que el tema me interesaba y quería ver cómo quedaba al final.” Arellanes añadió: “Lo más frustrante es que no daba los resultados o cálculos del valor de la velocidad del sonido... me sentí preocupado.” Estas respuestas dan cuenta de un proceso formativo atravesado por emociones diversas, donde la perseverancia y el interés personal emergen como factores clave para la continuidad.

La dimensión emocional también fue significativa. Cristófer relató: “Desconocía los parámetros de fluidos... esto me creó una desesperación que me bajó algo los ánimos... lo que me motivó a continuar es la determinación que tenía por participar, me hizo mucha ilusión estar en el concurso...” Abril compartió: “Había momentos en los que me sentía algo perdida... pero lo que me motivó a seguir fue que el tema me interesaba y quería ver cómo quedaba al final.” Arellanes añadió: “Lo más frustrante es que no daba los resultados o cálculos del valor de la velocidad del sonido... me sentí preocupado.” Estas respuestas dan cuenta de un proceso formativo atravesado por emociones diversas, donde la perseverancia y el interés personal emergen como factores clave para la continuidad.



FIGURA 5. Alumnos orgullosos al recibir su reconocimiento.



FIGURA 6. Alumnos ganadores del CAEF.

Por último, los estudiantes identificaron momentos específicos de orgullo y satisfacción. Natalia expresó: “El momento en que nos empezaron a dar resultados con porcentajes de error menores cada vez más frecuentemente fue muy satisfactorio.” Abril recordó: “Estábamos haciendo las últimas pruebas y ver que todo funcionaba bien fue súper satisfactorio... sabíamos que habíamos trabajado en equipo y que todo ese esfuerzo valió la pena.” Cristófer afirmó: “Cuando ganamos en el local primer lugar y segundo lugar en el estatal.” Finalmente, Arellanes concluyó: “Cuando ganamos segundo lugar a nivel regional, también cuando pasamos con mención honorífica a la etapa estatal y luego en el estatal ganar 2do lugar... y ser seleccionado como nivel nacional...”

Estas narrativas evidencian la apropiación de saberes disciplinares, pero va más allá, ya que también se genera el fortalecimiento de la motivación, la identidad académica y el sentido de logro, configurando una experiencia de aprendizaje integral.

5. Discusión

Los hallazgos de este estudio evidencian que la participación en concursos académicos donde se exponen y defienden proyectos y/o prototipos, como el CAEF, permite un aprendizaje situado que vincula el conocimiento teórico con la práctica científica. La superación de retos técnicos y conceptuales, como la falta de familiaridad con herramientas y ecuaciones, condujo a estrategias de autoaprendizaje y colaboración entre pares, aspectos que se desarrollan en entornos auténticos de investigación escolar [18].

Las dimensiones emocionales, particularmente la frustración ante errores experimentales o conceptos complejos, fueron recurrentes en los relatos estudiantiles. Sin embargo, dichas emociones fueron gestionadas de forma positiva, gracias a la motivación intrínseca, el interés por el tema y el compromiso con el equipo. En línea con esto, Scharenberg et al. destacan que el involucramiento emocional, junto con la persistencia, son predictores significativos de la participación exitosa en concursos científicos [19]. Asimismo, el papel del docente como facilitador del aprendizaje fue reconocido por

los estudiantes, quienes valoraron el acompañamiento y la orientación recibida. Esta observación coincide con lo planteado por Phillips et al., quienes subrayan la importancia de entornos guiados para fomentar la argumentación científica y el pensamiento crítico en física [11].

La vivencia de logro y el reconocimiento social también emergieron como factores motivadores. La satisfacción expresada por los estudiantes al obtener resultados experimentales precisos, o al ser premiados en distintas etapas del concurso, refuerza la idea de que estas experiencias fortalecen la identidad académica y científica del alumnado. Según Ludwig *et al.*, participar en procesos de indagación justificada, como los que ocurren en los laboratorios escolares, contribuye al desarrollo de competencias científicas complejas [12].

En conjunto, esta investigación sugiere que los concursos escolares como el CAEF pueden constituir una estrategia didáctica valiosa para promover aprendizajes significativos, habilidades transferibles y actitudes positivas hacia la ciencia en estudiantes de nivel medio superior. No obstante, su efectividad está mediada por factores como la planificación pedagógica, la disponibilidad de recursos y la calidad del acompañamiento docente.

6. Conclusión

La participación de los estudiantes en el Concurso Estatal de Aparatos y Experimentos de Física (CAEF) permitió obser-

var procesos de aprendizaje en los que se integraron conocimientos disciplinares, habilidades técnicas y dimensiones emocionales. El análisis de sus experiencias evidenció que el trabajo en proyectos experimentales favorece el desarrollo de competencias científicas vinculadas con la investigación, la resolución de problemas y la argumentación basada en evidencia.

El objetivo de este estudio fue comprender cómo se configura el aprendizaje en este tipo de contextos. Las respuestas indican que los estudiantes enfrentaron desafíos relacionados con el manejo de conceptos y herramientas, y que lograron avanzar mediante estrategias como la consulta de fuentes especializadas, la colaboración con sus pares y el acompañamiento docente. La relación entre teoría y práctica se manifestó en la construcción activa del conocimiento y en el interés por comprender a fondo los fenómenos abordados.

A partir de estos hallazgos, se sugiere que los concursos escolares pueden formar parte de una propuesta didáctica orientada al aprendizaje con sentido. Para ello, es necesario que las instituciones fortalezcan las condiciones pedagógicas y materiales que permitan el desarrollo de este tipo de experiencias, así como impulsar la formación de docentes capaces de acompañarlas desde una perspectiva reflexiva e integradora.

-
1. M. A. Aguilar and B. R. B., *Padagogía de la Intencionalidad educando para una conciencia activa*, Santiago de Chile: Homo Sapiens Ediciones (2011).
 2. S. Freeman, Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics, *Proc Natl Acad Sci U S A* **111** (2014).
 3. P. M., Does active learning work? A review of the research, *J Eng Educ* **93** (2004)
 4. K. DA, *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed. Harlow: Pearson Education, 2015).
 5. M. Izquierdo, Hacia una teoría de los contenidos escolares, *Revista de Enseñanza de las Ciencias* (2005).
 6. C. Angell, Physics: Frightful, but fun. Pupils and teachers views of physics and physics teaching, *Science education* **88** (2004)
 7. S. S. I.R. Aprendizaje significativo a través de resolución de problemas: Didáctica de la física, Deutschland: Editorial Académica Española (2016).
 8. M. R. Configurar horizontes: los desafíos de la educación media superior, con miras al 2036. Innovación educativa, *Innovación educativa* **14** (2014) 64.
 9. A. M. Martella, R. C. Martella, How rigorous is active learning research in STEM education? An examination of key internal validity controls in intervention studies, *Educ Psychol Rev* **35** (2023)
 10. H. G. Hernández, Estrategias activas en la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática, *Revista Electrónica Educare* **24** (2020)
 11. A. M. Phillips and M. Sundstrom, Not engaging with problems in the lab: Students' navigation of conflicting data and models., *Phys Rev Phys Educ Res.* **17** (2021), <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020112>
 12. L. D. Ludwig, B. Priemer, Assessing secondary school students' justifications for supporting or rejecting a scientific hypothesis in the physics lab, *Res Sci Educ.* **51** (2021)
 13. P. Cabanillas-García, Programa de estudio conservación de la energía (Tres Rios, Sinaloa, Mexico, 2024).
 14. M. Molist-Arenas, Estudio y uso educativo del concurso "Desafío Junior Empresarial" de ESIC en el alumnado de Economía de la Empresa 1 del Colegio Internacional SEKCatalunya, Master's thesis, Universidad Internacional de La Rioja (2014), <https://reunir.unir.net/handle/123456789/2694>.
 15. S. Gil, Nuevas tecnologías en la enseñanza de la física. Oportunidades y desafíos, Memoria VI Conferencia Interamericana sobre educación Física (1978).

16. T. Blasco and G. Otero, Técnicas conversacionales para la recogida de datos de investigación cualitativa: La entrevista (II), *Nure Investigacion* (2008)
17. V. P. Alvarado, Plan de estudios 2018 de Mecanica I (Tres Rios, Sinaloa, Mexico, 2018).
18. D. R. Treagust, Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education, *Cultural Studies of Science Education*. **3** (2008)
19. S. T. Scharenberg and T. Müller, What motivates students to participate in science competitions? A study of motivational factors and their predictive value for successful participation, *Discip Interdiscip Sci Educ Res* **6** (2024)