

Sistematización de una experiencia STEAM en la enseñanza de la Biología Básica y General a docentes en formación

Systematization of a STEAM experience in the teaching of Basic and General Biology to preservice teachers

Ibrahin Clavel Hernández*, María del Pilar Cabrera De Colon

Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU), República Dominicana

Recibido:

08 de diciembre, 2025

Aceptado:

11 de junio, 2026

Publicado:

21 de septiembre, 2026

*Autor de

correspondencia

Ibrahin Clavel Hernández
Instituto Superior de Formación
Docente Salomé Ureña

Correo electrónico:

ibrahin.clavel@isfodosu.edu.do

Como citar

Clavel, I., & Cabrera De Colon, M. del P. (2026). Sistematización de una experiencia STEAM en la enseñanza de la Biología Básica y General a docentes en formación. *Revista De Estudios Y Experiencias En Educación*, 25, 1-19. <https://doi.org/10.21703/rexe.v25i.3623>

RESUMEN

Este artículo sistematiza una experiencia de innovación pedagógica orientada a transformar la enseñanza de la Biología Básica y General en el Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU), Recinto Emilio Prud'Homme. El propósito fue favorecer un aprendizaje significativo de la biología mediante una experiencia de inmersión en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (STEAM). Entre enero y mayo de 2025, treinta y siete futuros docentes de carreras no especializadas en ciencias naturales (Educación Inicial, Educación Artística, Educación de Ciencias Sociales, Educación de Lengua y Literatura y Educación Primaria, segundo ciclo) desarrollaron proyectos finales que integraron Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas. Entre las propuestas se incluyeron la acuarela a partir de pigmentos vegetales, una abeja robótica educativa, un videojuego didáctico y un huerto autosostenible. La experiencia fue reconocida por las autoridades, los profesores y la comunidad estudiantil en el marco de la "Expociencia & Arte 2025". Los resultados muestran avances en la creatividad, la apropiación de los contenidos científicos y el trabajo colaborativo, y permiten valorar el potencial del enfoque STEAM para la enseñanza de la biología en carreras no especializadas en ciencias naturales.

PALABRAS CLAVE

Enfoque STEAM; Aprendizaje Basado en Proyectos; formación de docentes; enseñanza de la biología; innovación educativa.

ABSTRACT

This article systematizes a pedagogical innovation experience aimed at transforming the teaching of Basic and General Biology at the Salomé Ureña Higher Institute of Teacher Training (ISFODOSU), Emilio Prud'Homme Campus. The purpose was to promote meaningful learning of Biology through an immersive Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) experience. Between January and May 2025, thirty-seven preservice teachers from programs not specialized in natural sciences (Initial Education, Artistic Education, Social Sciences Education, Language and Literature Education, and also Primary Education, second cycle) developed final projects integrating Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics. The proposals included watercolor made from plant pigments, an educational robotic bee, an educational video game, and a self-sustaining garden. The experience was recognized by university officials, faculty, and the student community in the context of "Expociencia & Arte 2025." The results reveal progress in creativity, appropriation of scientific content, and collaborative work, and also highlight the potential of the STEAM approach for teaching Biology in programs not specialized in natural sciences.

KEYWORDS

STEAM approach; Project-Based Learning; teacher training; biology teaching; educational innovation.

1. Introducción

La comprensión de los fenómenos naturales a partir de la aplicación de los conocimientos biológicos constituye uno de los propósitos de la didáctica de las ciencias biológicas en la formación inicial del profesorado. Desde esta perspectiva, entendemos que la enseñanza de la biología debe combinar la precisión científica con el desarrollo de habilidades para investigar, experimentar y reflexionar de manera crítica, necesarias para los futuros docentes.

Sin embargo, en programas de grado como Educación Artística, Ciencias Sociales o Educación Inicial, hemos podido comprobar que la enseñanza de la Biología en ocasiones carece de suficiente contextualización o presenta una carga teórica excesiva. Esta situación puede dificultar la conexión entre los contenidos biológicos y la práctica de la enseñanza, así como su relación con los problemas científico-tecnológicos que forman parte del entorno de los estudiantes (López-Ruiz et al., 2021).

Por lo expuesto, planteamos estrategias pedagógicas que favorezcan una comprensión significativa y aplicada del saber científico. Buscamos un aprendizaje integrador que fomente competencias como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración y la comunicación científica (Deák y Kumar, 2024).

El enfoque STEAM ofrece posibilidades para integrar y contextualizar el aprendizaje, especialmente cuando se utiliza para favorecer la creatividad, la colaboración y el pensamiento crítico (Toma y Retana-Alvarado, 2021). En la formación inicial del profesorado, su aplicación ha permitido establecer relaciones entre experiencias curriculares, artísticas, tecnológicas y sociales, y conferir a la enseñanza y el aprendizaje un carácter más experiencial (Jimenez Leal, 2025).

La aplicación del enfoque STEAM con estudiantes de titulaciones no especializadas en Ciencias Naturales ofrece una oportunidad para resignificar la Biología cuando se enseña de forma interdisciplinaria y vinculada con sus futuros espacios laborales. La incorporación de elementos como la educación artística, la robótica o el diseño digital puede favorecer el aprendizaje de los contenidos científicos y una mirada crítica frente a problemáticas medioambientales, tecnológicas y sociales relacionadas con el medio natural (García-Carmona, 2020).

Entre enero y mayo de 2025, el Recinto Emilio Prud'Homme fue el escenario de una experiencia pedagógica centrada en proyectos de Biología con enfoque STEAM. La experiencia se caracterizó por otorgar autonomía a los estudiantes para decidir el formato de los proyectos y un amplio margen de libertad creativa, lo que confirió a la enseñanza de la Biología un carácter contextual y didáctico-reflexivo.

No concebimos esta práctica docente únicamente como una estrategia de evaluación de las asignaturas de Biología General y Biología Básica. La consideramos relevante para el desarrollo de habilidades necesarias en los futuros docentes, quienes deben ser capaces de elaborar propuestas pedagógicas con carácter transversal.

Este artículo tiene como objetivos presentar los resultados de la experiencia, reflexionar sobre los aprendizajes de los estudiantes y analizar críticamente la incorporación de propuestas para la enseñanza de la Biología en la formación inicial de docentes no especializados en ciencias naturales. Con ello, buscamos aportar a la discusión sobre la innovación educativa en la formación docente, en un contexto en el que la enseñanza STEAM comienza a incorporarse curricularmente (Toma y Retana-Alvarado, 2021).

2. Antecedentes teóricos

STEAM se presenta como un enfoque integrador del aprendizaje y no como una simple suma de disciplinas. Lo entendemos como una propuesta orientada al desarrollo de habilidades en el profesional de la educación del siglo XXI, al articular la argumentación científica y el análisis crítico con el diseño de ingeniería y diversas formas de expresión artística. Esta articulación busca preparar al sujeto para abordar problemas complejos en contextos cambiantes (Ramos Doria y Núñez Urueta, 2024).

El valor del enfoque radica en articular el pensamiento crítico, la resolución creativa de problemas, la colaboración y la innovación. Estas competencias trascienden el ámbito académico y se proyectan hacia la actuación profesional y ciudadana, como explican Díaz Cedeño et al. (2023).

En el panorama educativo actual, el enfoque STEAM responde a la necesidad de una alfabetización interdisciplinar en los docentes en formación. Su aplicación puede ayudarles a relacionar conceptos abstractos con problemas relevantes y a utilizar sus conocimientos en situaciones prácticas (Arias Villalba et al., 2024; Camacho-Tamayo et al., 2024).

En la enseñanza de la Biología, el entorno STEAM favorece el estudio de los sistemas vivos desde perspectivas complementarias. La experimentación aporta el componente científico; el uso de herramientas y recursos, el tecnológico; el diseño de soluciones o modelos, el ingenieril; la expresión y comunicación de ideas, el artístico; y el análisis cuantitativo y lógico, el matemático. Esta integración permite abordar los fenómenos biológicos mediante diferentes formas de indagación y representación.

Esta integración contribuye a comprender el funcionamiento de los organismos y los ecosistemas y favorece la investigación, el diseño de soluciones y la comunicación integrada (Abella y Rodríguez Malebrán, 2024; Cardona Chauca et al., 2025). La incorporación de las artes puede favorecer el pensamiento divergente y hacer más accesible la comprensión de la ciencia, aspecto pertinente en la formación de futuros docentes.

Para concretar esta idea de aprendizaje integrado, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) constituye una metodología activa pertinente. Se ajusta a las exigencias de la formación del profesional de la educación en la República Dominicana y se basa en la construcción del conocimiento mediante la solución de un problema real o la generación de un producto con valor visible (Mendoza Bajaña et al., 2024).

Frente a metodologías más tradicionales, el ABP sitúa al estudiante en el proceso de aprendizaje mediante la investigación activa, la colaboración y la creatividad para generar un producto o proponer una solución a un problema real (Mendoza Bajaña et al., 2024). Entre sus características se encuentran la formulación de preguntas asociadas a desafíos reales, la investigación individual y grupal, el uso de conocimientos de diferentes disciplinas, el desarrollo de habilidades de comunicación y la reflexión crítica sobre el propio aprendizaje.

Los beneficios pedagógicos del ABP se expresan en diferentes dimensiones del aprendizaje. Al vincular los contenidos académicos con situaciones de interés real, puede favorecer la motivación y el compromiso del estudiantado. Asimismo, contribuye al desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, como el análisis crítico, la síntesis de información y la resolución de problemas.

La relación entre el ABP y el enfoque STEAM es, a nuestro juicio, complementaria. El ABP ofrece una vía para operacionalizar el enfoque STEAM, porque demanda la integración de conocimientos y habilidades en un contexto práctico orientado a la creación.

Los proyectos de aula permiten que los estudiantes exploren y apliquen las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas. Ante un reto que requiere utilizar principios biológicos, diseñar un prototipo, emplear herramientas tecnológicas, recurrir a formas de expresión artística o realizar análisis cuantitativos, los estudiantes pueden reconocer de manera tangible la interrelación entre estas disciplinas y aplicar sus aprendizajes en una situación concreta (Díaz Cedeño et al., 2023).

En un contexto educativo cambiante, los futuros profesores, independientemente de su especialidad, requieren una formación que trascienda la transmisión de contenidos. Deben ser capaces de diseñar experiencias de aprendizaje conectadas con la realidad y orientadas a la formación integral de sus futuros alumnos (Espinoza Freire, 2021; Villota Garcia et al., 2023).

El desafío se hace todavía más complejo para estudiantes de especialidades ajenas a las ciencias naturales, cuyas experiencias y actitudes previas hacia el aprendizaje de las ciencias pueden condicionar la manera en que se aproximan a los contenidos biológicos (Verdugo-Perona et al., 2016). Los futuros profesores, además de dominar los saberes de su área, deben incorporar una concepción interdisciplinar de la enseñanza mediante el empleo de recursos didácticos pertinentes.

Esta formación aporta un carácter experiencial al proceso de enseñanza-aprendizaje y puede preparar a los futuros docentes para afrontar obstáculos didácticos de su práctica profesional (Camacho-Tamayo y Bernal-Ballén, 2022). Al mismo tiempo, los aproxima a una dinámica formativa que posteriormente podrán adaptar a sus propios contextos de aula.

Las experiencias pedagógicas que integran la Biología mediante proyectos STEAM pueden contribuir a una doble formación del profesor. Por una parte, favorecen la comprensión de conceptos biológicos a partir de experiencias aplicadas y contextualizadas en situaciones reales.

Por otra parte, proporcionan referentes pedagógicos para la integración curricular. Además de favorecer la enseñanza de la Biología, permiten reflexionar sobre cómo utilizar sus contenidos para promover el pensamiento crítico, la creatividad y la conciencia ambiental de los estudiantes, de acuerdo con las características del contexto local o global (Tapia Peralta, 2024).

3. Descripción de la experiencia

3.1 Contexto de la puesta en práctica

La experiencia se desarrolló en el Recinto Emilio Prud'Homme del Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU), en la República Dominicana, durante el primer cuatrimestre de 2025, entre enero y mayo. Consideramos que el contexto institucional del ISFODOSU, por su función en la formación de profesionales de la educación en el país, aporta un marco particular a esta experiencia.

La experiencia se desarrolló en las asignaturas Biología Básica y Biología General, que aportan fundamentos biológicos a la formación del futuro docente. Participaron 37 estudiantes de carreras cuyo eje formativo no son las ciencias naturales (Educación Artística, Educación en Ciencias Sociales, Lengua y Literatura, Educación Inicial y Educación Primaria, Segundo Ciclo). La diversidad disciplinar enriqueció el debate en el aula mediante perspectivas diferentes y, al mismo tiempo, planteó un reto: dar significado a los saberes biológicos para docentes que se forman en otras áreas.

La experiencia didáctica basada en ABP también constituyó la evaluación final de las asignaturas mencionadas. Esta decisión metodológica buscaba superar una evaluación centrada en la memorización de contenidos biológicos y priorizar la aplicación de conocimientos biológicos y didácticos para desarrollar habilidades profesionales acordes con el modelo educativo del ISFODOSU, orientado a la formación docente a través de la práctica.

3.2 Diseño de los proyectos

El diseño pedagógico de la experiencia se centró en que el aprendizaje significativo de la Biología incluye la comprensión de los contenidos y su uso creativo e interdisciplinario. La identificación de las problemáticas que guiarían el diseño y la ejecución de los proyectos fue una acción intencionada de los estudiantes. Con ello se buscó vincular la enseñanza con principios de las metodologías activas y con el desarrollo de habilidades como la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación y la colaboración.

Para crear bases consistentes e incrementar la autonomía del alumnado en la conceptualización de los proyectos, la fase de orientación para el diseño comenzó aproximadamente un mes y medio antes de la ejecución. Desde el inicio se explicitaron los criterios generales de evaluación: viabilidad científica del proyecto, originalidad de la propuesta, relación entre los componentes STEAM, calidad de la colaboración grupal y presentación oral final.

La fase de ejecución de los proyectos se organizó en subfases metodológicas que orientaron a los estudiantes desde la concepción hasta la implementación. Durante la etapa de investigación, los equipos identificaron los problemas que abordarían, perfeccionaron las preguntas de investigación y valoraron su viabilidad, en ocasiones con una orientación más activa del profesor. Posteriormente comenzó la etapa de diseño del prototipo, en la que se definieron la idea y la representación conceptual de los objetos necesarios, así como los elementos que debían considerarse para su desarrollo.

Los equipos socializaron los primeros resultados de sus proyectos e incorporaron las sugerencias de los docentes y de sus compañeros. A partir de esta retroalimentación pasaron a la subfase de mejora, orientada al perfeccionamiento de los prototipos.

La subfase de conclusiones y presentación permitió formalizar la comunicación de los hallazgos y resultados. La secuencia de subfases aportó una estructura al trabajo sin limitar la creatividad y contribuyó al rigor académico de

las propuestas. Otro elemento del diseño fue el grado de autonomía concedido al alumnado para seleccionar la temática y la problemática de sus proyectos dentro de los contenidos de Biología General y Biología Básica.

Propusimos a cada equipo que abordara el tema elegido mediante un trabajo que incorporara el arte, la tecnología, la ingeniería o la matemática para explorar problemas vinculados con distintos fenómenos biológicos. La posibilidad de construir una propuesta propia favoreció la motivación de los estudiantes y les proporcionó experiencia en la planificación y gestión de proyectos susceptibles de adaptarse a su futura práctica profesional.

3.3 Los proyectos

Los proyectos se realizaron en equipos de tres y cinco estudiantes para favorecer la cooperación, la planificación conjunta y la elaboración de soluciones a problemáticas o retos relacionados con la Biología y con entornos naturales, culturales o educativos. Los equipos completaron la ficha técnica de su proyecto de acuerdo con la secuencia de subfases metodológicas de la fase de diseño.

La ficha fue socializada y mejorada a partir de las recomendaciones del docente y del resto de los estudiantes. Durante la presentación de las propuestas, los equipos respondieron a las preguntas del público asistente a la feria. Estas actividades se evaluaron mediante la rúbrica compartida previamente: la presentación oral recibió 10 puntos y el diseño y entrega de la ficha técnica, 5 puntos.

Presentamos una selección de los proyectos más representativos para ejemplificar los procesos desarrollados y los componentes STEAM involucrados:

1. Proyecto "*Poli-Bee: abeja polinizadora*"

Problemática a resolver: Este proyecto abordó la disminución de las poblaciones de abejas y su impacto ecológico. Con él se pretendía sensibilizar sobre la importancia de estos polinizadores. La propuesta de los estudiantes consistió en generar una abeja polinizadora robótica e interactiva para enseñar a niños de primaria el proceso de polinización y la necesidad de proteger a las abejas.

Integración STEAM:

Ciencia: Se indagó sobre la polinización, la biología de las abejas, su papel en las relaciones ecológicas y las causas y consecuencias de la disminución de sus poblaciones.

Tecnología/Ingeniería: Diseño y construcción de un prototipo de abeja robótica con materiales reciclables y decorativos (limpiapipas, fomi, caja, bote de plástico y cables), incorporados al sistema de alas y abdomen para replicar el movimiento de las abejas.

Arte: Para el diseño de la abeja se seleccionaron materiales y colores semejantes a los que presenta el organismo en la naturaleza. El componente visual buscó captar la atención del público.

Producto final: Una maqueta interactiva de una abeja robótica que simula la polinización mediante movimiento.

Figura 1

Integrantes del equipo del proyecto "Poli-Bee: abeja polinizadora" en la feria de ciencias.



Figura 2

Integrantes del equipo del proyecto "Poli-Bee: abeja polinizadora" durante la presentación del proyecto.



2. Proyecto "Moluscart"

Problema abordado: El proyecto partió de la utilización de pinturas y de sus posibles consecuencias para la salud y el medioambiente. La propuesta exploró una alternativa mediante la integración de la biología y el arte, utilizando secreciones de moluscos como recurso de expresión artística. Se elaboró una obra abstracta a partir de estas secreciones y se reflexionó sobre la biología de los moluscos, su relación con el hábitat y sus posibles usos en una propuesta artística.

Integración STEAM:

Ciencias: Se estudió la biología de los moluscos, la composición y las funciones de sus secreciones (lubricación, protección, comunicación y defensa), así como su función en el ecosistema.

Arte: La viscosidad de las secreciones constituyó el eje de la obra pictórica. Se colocaron babosas y caracoles sobre un lienzo para que, al desplazarse, dejaran rastros que generaron un patrón abstracto. Posteriormente se trabajó la extensión de las secreciones como parte del proceso de creación.

Producto final: Una obra pictórica abstracta en lienzo, en la que los rastros y texturas dejados por las babosas y los caracoles fueron realzados con brillos y acuarelas.

Figura 3

Integrantes del proyecto "Moluscart" mostrando las pinturas.



Figura 4

Integrantes del proyecto "Moluscart" mostrando las pinturas.



Figura 5

Integrantes del proyecto "Moluscart" durante su participación en la feria de ciencias.



3. Proyecto "Luz y vida de las plantas"

Problema abordado: El experimento examinó la respuesta del crecimiento de las plantas ante diferentes tipos de luz artificial y consideró su posible uso como alternativa a la luz solar. La pregunta que guió a los estudiantes fue si la luz artificial podía sustituir a la luz solar en el crecimiento de las plantas.

Integración STEAM:

Ciencia: Diseño y ejecución de un experimento controlado para observar la germinación y el crecimiento de semillas de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) expuestas a diferentes fuentes de luz. Se definieron como variable independiente el tipo de luz artificial; como variables dependientes, la germinación, el crecimiento, el desarrollo y el color de las hojas; y como variables de control, el tipo y la cantidad de semillas, el sustrato y el agua.

Matemáticas: Se realizaron mediciones y registros sistemáticos del crecimiento de las plantas, seguidos de un análisis comparativo de los datos para valorar la influencia de las diferentes fuentes de luz en su crecimiento y desarrollo.

Producto final: Un conjunto de estaciones con plantas de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivadas bajo condiciones controladas de luz artificial, acompañado de fichas sencillas de datos comparativos y un análisis del crecimiento y desarrollo en cada condición de luz.

Figura 6

Integrante de "Luz y vida de las plantas" presentando los resultados del proyecto.



4. Proyecto "BioEscape"

Problema abordado: "BioEscape" planteó el aprendizaje mediante un videojuego como herramienta de evaluación y refuerzo de contenidos biológicos, al tiempo que promovía el pensamiento crítico y la resolución de problemas. La narrativa sitúa a un grupo de estudiantes en un laboratorio de biología del que deben escapar mediante la resolución de problemas, acertijos y actividades experimentales basadas en los aprendizajes de clase.

Integración STEAM:

Ciencia: El videojuego se centra en la aplicación de conocimientos biológicos fundamentales trabajados en clase y permite valorar la capacidad de los jugadores para relacionar teoría y práctica experimental en un contexto interactivo.

Tecnología: Elaboración del videojuego mediante software de programación (p. ej., Ren'Py), herramientas de creación gráfica (p. ej., Pixel It y BeFunky) y bibliotecas de sonido, lo que implicó el uso de habilidades digitales.

Arte: Creación y desarrollo de los elementos visuales del videojuego, incluidos la interfaz gráfica, el laboratorio, los personajes y los recursos de apoyo visual, como fotografías de células vegetales y animales y de microorganismos, con el propósito de mantener una estética coherente con la propuesta.

Ingeniería: Planificación de la lógica del videojuego, incluidos el argumento, la secuencia de niveles, la programación de acertijos y la estructura de las interacciones, para organizar una experiencia de juego fluida, retadora y con intencionalidad pedagógica.

Producto final: Un videojuego funcional, "BioEscape", que permite a los usuarios interactuar con problemas de biología mediante una propuesta de escape room digital.

Figura 7

Profesores y estudiantes utilizando el videojuego "BioEscape".



Figura 8

Interfaz del videojuego "BioEscape".



5. Proyecto "CultuGen"

Problema abordado: "CultuGen" se propuso relacionar la genética con la identidad cultural y la salud mediante una aplicación web basada en inteligencia artificial. El interés se centró en explorar la posible relación entre la ascendencia genética, los rasgos heredados vinculados con la salud del individuo y su identidad cultural. Para ello, se diseñó una herramienta que simulaba un análisis de datos genéticos y culturales.

Integración STEAM:

Ciencia: Manejo de información relacionada con la herencia genética, el ADN, los haplogrupos y la relación de los genes con los rasgos físicos y la tendencia a padecer determinadas enfermedades.

Tecnología: Desarrollo de una aplicación web con inteligencia artificial que utiliza datos introducidos por los usuarios para generar perfiles simulados de origen, salud y cultura. La creación de la interfaz y de la lógica para procesar y presentar la información implicó el uso de habilidades digitales.

Ingeniería: Diseño de la arquitectura de la aplicación, desde el formulario de entrada de información hasta la estructura de resultados y la lógica de predicción, con el propósito de lograr una experiencia de usuario apropiada e intuitiva.

Arte: Diseño visual de la interfaz de la aplicación web, de los formularios y de la presentación de resultados para hacer comprensible la información y articular funcionalidad y diseño.

Producto final: Aplicación web que permite a los usuarios ingresar información y obtener un perfil "genético-cultural" simulado que conecta de manera interactiva biología, orígenes y salud.

Figura 9

Integrantes del proyecto "CultuGen" en el marco de la feria de ciencias.



Figura 10

Profesores y estudiantes utilizando la aplicación web "CultuGen".



3.4 Presentación de los proyectos

La culminación de esta experiencia pedagógica tuvo lugar en la feria "Expociencia & Arte 2025", donde se concretó la relación entre teoría y práctica mediante la socialización de los proyectos. La actividad permitió presentar y valorar los aprendizajes desarrollados por los estudiantes.

La presentación se realizó en el Laboratorio de Biología del Recinto Emilio Prud'Homme, acondicionado para la actividad, entre las 09:00 y las 12:00. Se organizó en tres momentos: apertura, presentación y cierre.

Asistieron 65 personas, entre ellas la vicerrectora del Recinto Emilio Prud'Homme, la coordinadora del área de Ciencias Naturales, docentes de diferentes ámbitos académicos, personal administrativo y estudiantes de Biología del Recinto Luis Napoleón Núñez Molina. La diversidad de la audiencia enriqueció la experiencia de los estudiantes y les permitió poner en práctica la comunicación científica y artística. Las preguntas y comentarios recibidos sobre sus trabajos contribuyeron a fortalecer la forma en que comunicaban sus saberes.

La "Expociencia & Arte 2025" constituyó un componente del proceso evaluativo. Para aplicar criterios comunes, utilizamos rúbricas específicas para valorar la ficha de trabajo y la presentación oral, previamente definidas y comunicadas a los estudiantes. Los criterios incluyeron la adecuación científica, la originalidad de la propuesta, la incorporación de los componentes STEAM, la calidad del trabajo grupal y el nivel de la presentación oral.

Este enfoque de evaluación responde a nuestra idea de que el aprendizaje incluye la elaboración y ejecución de una propuesta y la capacidad de comunicar sus resultados. La "Expociencia & Arte 2025" se configuró así como un espacio para valorar la articulación de la enseñanza STEAM en la formación docente y extraer aprendizajes para futuras experiencias pedagógicas.

4. Resultados y discusión

La sistematización de esta experiencia pedagógica, desarrollada mediante el enfoque STEAM y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en Biología Básica y Biología General del ISFODOSU, Recinto Emilio Prud'Homme, permite analizar los cambios observados en el proceso de enseñanza-aprendizaje y su relación con el desarrollo de competencias en los futuros docentes.

Este ejercicio da cuenta de los aprendizajes alcanzados y de la evolución didáctica de la experiencia, al tiempo que explicita las dificultades encontradas e incorpora la mirada crítica del docente que investiga su propia práctica.

4.1. Fuentes de información y métodos de registro

La información que sustenta este apartado, incluidos los resultados sobre el desempeño en competencias, la integración de los componentes STEAM y los testimonios de los estudiantes, se trianguló a partir de diversas fuentes. Nuestro objetivo fue recoger tanto el desempeño observado en las competencias como las percepciones y experiencias de los estudiantes.

Evidencias cuantitativas. Los porcentajes correspondientes al desempeño en competencias clave (comprensión conceptual, creatividad e innovación, trabajo en equipo, comunicación científica e integración interdisciplinar) se obtuvieron a partir de las rúbricas de evaluación final diseñadas para esta experiencia. Estas rúbricas permitieron recoger evidencias del logro de los objetivos de aprendizaje y del desarrollo de competencias transversales en los proyectos STEAM+ABP.

A estos valores les sumamos los resultados de las autoevaluaciones realizadas por el alumnado, mediante las cuales los participantes reflexionaron sobre su propio proceso de aprendizaje y el desarrollo de sus competencias. Evaluamos la presencia de los componentes STEAM en la ficha de cada proyecto (alta, media, baja o nula) mediante la revisión de los entregables. También observamos los proyectos durante su realización y presentación en la feria "Expociencia & Arte 2025".

Evidencias cualitativas. Los testimonios de los estudiantes se recopilaban a partir de comentarios espontáneos durante la evaluación de los proyectos y, de forma más estructurada, durante la feria. La combinación de estas fuentes permitió ampliar la comprensión de la experiencia didáctica sistematizada.

4.2. El aprendizaje de los estudiantes

La ejecución de los proyectos muestra cambios en el aprendizaje de los 37 estudiantes participantes. Los resultados reflejan una apropiación de los contenidos teóricos de la biología asociada con la comprensión y aplicación de conceptos (Tabla 1).

Tabla 1

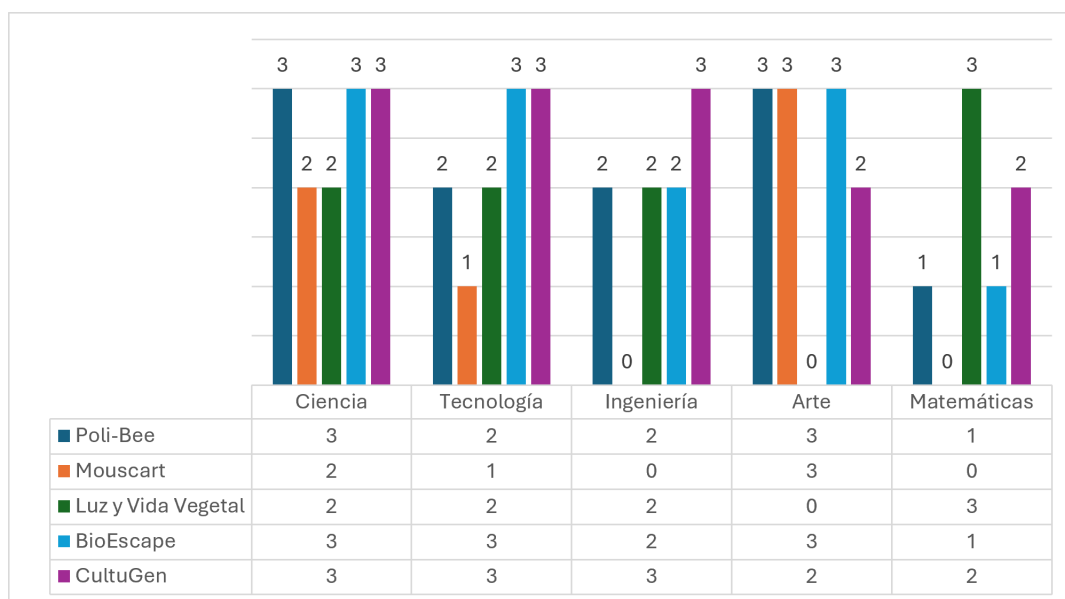
Integración disciplinar en los proyectos STEAM

Nombre del proyecto	Ciencias integradas	Producto final	Aprendizajes logrados
Poli-Bee: Abeja Polinizadora	Biología (polinización, entomología), Ecología, Robótica	Prototipo de abeja robótica educativa	Comprensión de la polinización, diseño ingenieril, programación básica, solución tecnológica a problemas ambientales.
Moluscart	Biología (malacología, composición de secreciones), Química	Acuarelas elaboradas con secreciones de moluscos.	Conocimiento de la biología de moluscos, procesos de extracción de pigmentos, aplicación artística de principios biológicos.
Luz y Vida Vegetal	Biología (fotosíntesis, fisiología vegetal), Física (espectro lumínico)	Experimento con plantas bajo diferentes tipos de luz artificial y análisis de crecimiento.	Comprensión de la fotosíntesis, diseño y ejecución de experimentos controlados, análisis de datos, interpretación de resultados.
BioEscape	Biología (conceptos diversos: celular, genético, ecosistemas)	Videojuego interactivo tipo "escape room" con desafíos biológicos	Reforzamiento de conocimientos biológicos clave a través de la gamificación, pensamiento lógico, diseño de interfaces interactivas.
CultuGen	Biología (genética, ADN), Antropología, Sociología	Aplicación web simulada para explorar la relación entre genética y cultura.	Comprensión de la herencia genética, relación entre biología y ciencias sociales, pensamiento computacional aplicado a datos complejos.

Fuente: Sistematización de la experiencia didáctica, ISFODOSU. Elaboración propia.

Figura 11

Presencia de los componentes STEAM por proyecto



Fuente: Rúbricas de evaluación y análisis de proyectos (nivel alto: 3; nivel medio: 2; nivel bajo: 0 y 1). Elaboración propia.

La evaluación de la presencia de los componentes STEAM por proyecto mostró que la Ciencia alcanzó un nivel "Alto" en todos los casos, resultado esperable porque la experiencia se desarrolló en Biología General y Biología Básica. La Tecnología y el Arte se expresaron en niveles "Alto" o "Medio", lo que refleja el carácter interdisciplinar de las producciones. "Poli-Bee" y "BioEscape" mostraron una presencia destacada del componente tecnológico, mientras que "Moluscart" y "Poli-Bee" presentaron una mayor presencia del componente artístico. La Ingeniería se integró con distintos niveles en proyectos como "Poli-Bee", "CultuGen" y "BioEscape". Las Matemáticas tuvieron una presencia más variable, en varios casos en niveles "Bajo" o "Nulo". Este resultado señala un aspecto susceptible de mejora en futuras experiencias: fortalecer la integración del componente matemático en los proyectos (Figura 11).

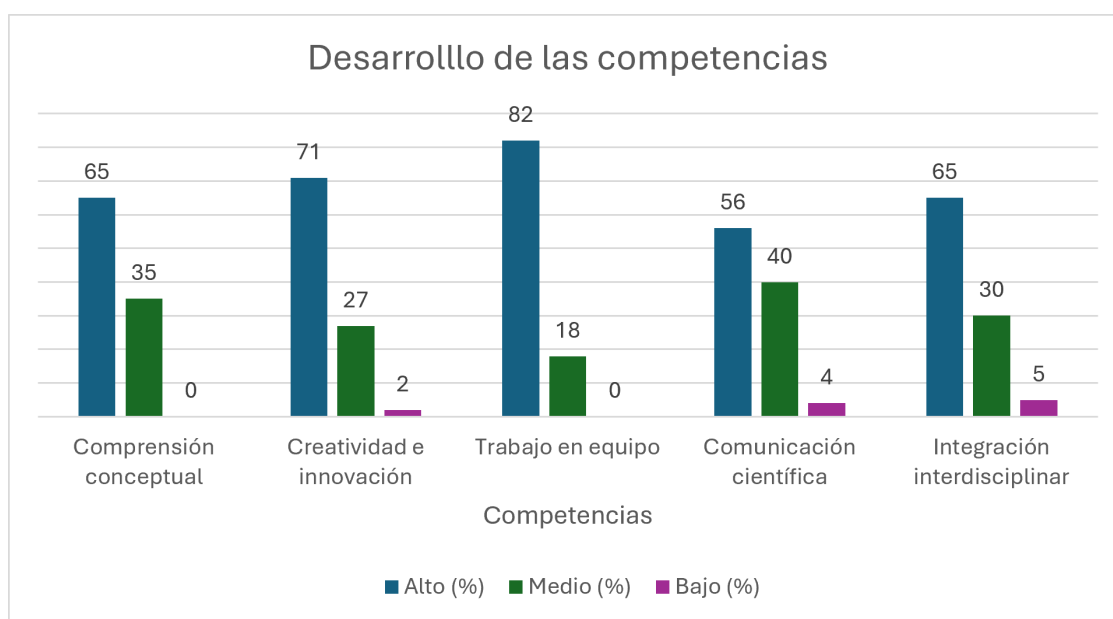
Esta distribución asimétrica de los componentes STEAM muestra que la educación interdisciplinar constituye una meta compleja que no se reduce a la suma de disciplinas, como señalan Ramos Doria y Núñez Urueta (2024).

La presencia de la Ciencia como núcleo conceptual es consistente con las propuestas de Abella y Rodríguez Malebrán (2024) sobre el uso del entorno STEAM para abordar los sistemas vivos desde distintas perspectivas. La menor presencia del componente matemático sugiere que futuras experiencias en el ISFODOSU requerirán un andamiaje didáctico más explícito para relacionar el análisis cuantitativo con la biología y avanzar hacia la alfabetización interdisciplinar planteada para la formación docente (Toma y Retana-Alvarado, 2021).

Los resultados de las evaluaciones finales y las autoevaluaciones muestran niveles de logro diferenciados en varias dimensiones del aprendizaje asociadas con los proyectos STEAM (Figura 12).

Figura 12

Resultados de la evaluación de competencias (ISFODOSU, enero-mayo de 2025)



Fuente: Rúbricas de evaluación final y autoevaluaciones estudiantiles. Elaboración propia.

La comprensión conceptual: El 65% del alumnado alcanzó el nivel "Alto" en comprensión conceptual, mientras que el 35% se ubicó en el nivel "Medio". No se registraron estudiantes en el nivel "Bajo", lo que indica que los proyectos se asociaron con niveles medio y alto de comprensión de los conceptos biológicos.

Este resultado es consistente con estudios que relacionan la enseñanza de la biología, las metodologías activas y el trabajo con problemas contextualizados (Camacho-Tamayo et al., 2024; Arias Villalba et al., 2024), en los que los conceptos abstractos pueden adquirir mayor sentido para los estudiantes.

Creatividad e innovación: Esta dimensión obtuvo el porcentaje más elevado en la categoría "Alto" (71%) y solo un 2% en la categoría "Bajo". Los resultados sugieren una presencia destacada del pensamiento divergente y la originalidad en proyectos como "Poli-Bee" y "Moluscart".

La incorporación explícita de las Artes al componente científico y tecnológico ofreció una vía para expresar el pensamiento divergente y presentar el conocimiento científico de formas accesibles para estudiantes con orientaciones humanísticas o artísticas.

Trabajo en equipo: El 82% del alumnado alcanzó la categoría "Alto" y no se registraron estudiantes en la categoría "Bajo". Fue, por tanto, la competencia con mayor proporción de desempeños altos. Estos resultados son consistentes con el uso del ABP para promover la colaboración, la negociación y la gestión compartida del trabajo.

Mendoza Bajaña et al. (2024) señalan que el ABP sitúa al estudiante en una posición activa dentro del proceso educativo. En esta experiencia, la necesidad de materializar un producto tangible requirió acuerdos continuos entre los integrantes de los equipos y favoreció la negociación de decisiones durante el desarrollo de los proyectos.

Comunicación científica: El 56% del alumnado alcanzó un nivel "Alto" en comunicación científica, el 40% un nivel "Medio" y el 4% un nivel "Bajo". La mayoría comunicó sus resultados ante un público de 65 personas y respondió preguntas relacionadas con los proyectos. Este resultado adquiere especial interés porque los participantes procedían mayoritariamente de carreras cuyo eje formativo no son las ciencias naturales.

La presentación en la feria "Expociencia & Arte 2025" exigió al alumnado reformular el lenguaje técnico para comunicar sus propuestas a una audiencia diversa. Esta práctica se relaciona con una habilidad profesional relevante para sus futuros escenarios de aula (Camacho-Tamayo y Bernal-Ballén, 2022).

Integración interdisciplinar: El 65% de la muestra alcanzó el nivel "Alto" en integración interdisciplinar, el 30% el nivel "Medio" y el 5% el nivel "Bajo". Estos resultados sugieren un nivel favorable de articulación de la biología con otras áreas del saber, aunque con diferencias entre los componentes STEAM.

Los resultados cuantitativos se complementan con las voces de los estudiantes. Sus comentarios y reflexiones, recopilados durante el proceso de evaluación y en la feria, permiten aproximarse a la forma en que vivieron los aprendizajes y a los cambios que atribuyeron a la experiencia:

"Este proyecto me hizo ver que la ciencia no sirve solo para memorizar cosas, sino que sirve para entender cómo la vida y la naturaleza y el arte se relacionan" (alumno de Educación Artística, proyecto Moluscart). Este testimonio sugiere una comprensión de la ciencia vinculada con el contexto y con otras formas de expresión, diferente de una visión fragmentada centrada en la memorización.

"Nunca había explicado ciencia a niños y preparar mi módulo y explicar con ellos fue una experiencia que me sirvió para saber cómo explicar bien lo que sabemos" (alumno de Educación Primaria, proyecto Poli-Bee). El testimonio remite al desarrollo de habilidades de comunicación científica y didáctica, particularmente a la necesidad de ajustar el lenguaje científico a diferentes públicos.

"Con este proyecto aprendimos más que con los exámenes. Aquí teníamos que buscar información, poder discutirla, construir alguna cosa, explicarla... eso nos llevó a pensar distinto" (alumno de Ciencias Sociales, proyecto Luz y Vida Vegetal). El comentario destaca la búsqueda de información, la discusión, la construcción y la explicación como acciones que el estudiante relaciona con una forma distinta de aprender.

"Jamás había elaborado programación de ningún tipo, pero ahora, gracias a BioEscape, soy consciente de que soy capaz de combinar los conocimientos con la tecnología para enseñar de forma divertida" (alumno del área de Lengua y Literatura, proyecto BioEscape). Este testimonio muestra el reconocimiento de nuevas capacidades relacionadas con el uso de la tecnología y su posible aplicación en la enseñanza.

"Me di cuenta de que la genética no era un laboratorio, sino que estaba entrelazada a nuestra historia, a nuestra cultura, a las personas que somos" (estudiante de Ciencias Sociales, proyecto CultuGen). La reflexión expresa una conexión entre la biología y las ciencias sociales y muestra cómo el estudiante relacionó el contenido genético con dimensiones culturales de su formación.

El análisis cualitativo de estos testimonios puede interpretarse como un proceso de "resignificación de la Biología". En docentes en formación, la literatura ha mostrado que el conocimiento científico previo y las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias se relacionan con la forma en que se comprende este campo (Verdugo-Perona et al., 2016).

Las voces de los participantes sugieren que la articulación entre el enfoque STEAM y el ABP (Díaz Cedeño et al., 2023), junto con la autonomía concedida en el diseño de los proyectos, favoreció una percepción de la biología vinculada con problemas, productos y contextos de aplicación. En los testimonios, la disciplina deja de aparecer únicamente como un conjunto de contenidos para memorizar y se relaciona con posibilidades didácticas aplicables a sus futuros entornos laborales.

Las evidencias reunidas permiten valorar los aprendizajes asociados con el método utilizado y, al mismo tiempo, plantean la necesidad de seguir explorando formas de enseñanza conectadas con las necesidades formativas de los estudiantes.

4.3 Desafíos superados

La experiencia tuvo que afrontar dificultades que incidieron en su desarrollo y que aportaron elementos para su análisis posterior:

Gestión del tiempo: La amplitud de los proyectos exigió una planificación detallada y un seguimiento constante de los equipos para cumplir los plazos establecidos en el cuatrimestre.

Diversidad de habilidades preprofesionales: El perfil académico de los 37 estudiantes, procedentes de carreras como Educación Artística o Educación Inicial, requirió diferenciar el acompañamiento y proporcionar recursos accesibles y pertinentes para los distintos grupos.

Equilibrio de los componentes STEAM: Lograr una integración equilibrada de los componentes STEAM constituyó un desafío. Algunos grupos mostraban mayor afinidad con el componente de su interés (artístico, científico o tecnológico), lo que dificultaba una integración equilibrada. Por ello, fue necesario un acompañamiento pedagógico constante para fortalecer los componentes menos presentes. Esta situación se refleja en la variabilidad observada, especialmente en Ingeniería y Matemáticas.

Los desafíos identificados pueden analizarse como parte de la doble formación docente planteada por Tapia Peralta (2024). La gestión del tiempo y la asimetría disciplinar entre los equipos demandaron un rol docente activo y un andamiaje constante. Esto concuerda con Toma y Retana-Alvarado (2021), quienes señalan que la transición hacia modelos educativos interdisciplinarios en la formación del profesorado exige cambios en el papel del docente. Las dificultades para equilibrar la Ingeniería y las Matemáticas muestran la necesidad de acompañar de forma explícita la integración disciplinar durante el desarrollo de los proyectos.

La "Expociencia & Arte 2025" permitió documentar una experiencia didáctica distinta de las prácticas habituales de evaluación y, a nuestro criterio, ofrece referentes para enriquecer la enseñanza en las asignaturas de ciencias biológicas. Los resultados obtenidos permiten considerar el enfoque STEAM como una alternativa pertinente para la enseñanza de la biología en carreras no especializadas en ciencias naturales.

5. Conclusiones

La sistematización de esta experiencia didáctica, desarrollada a partir del enfoque STEAM y el ABP en las asignaturas de Biología Básica y General del ISFODOSU, Recinto Emilio Prud'Homme, permite extraer conclusiones sobre su implementación y sobre su lugar en la formación inicial del profesorado.

La experiencia muestra avances en la apropiación conceptual de los contenidos científicos. Al diseñar y ejecutar proyectos concretos, los futuros educadores aplicaron conceptos biológicos en situaciones prácticas. Los resultados de la evaluación de la comprensión conceptual y los testimonios de los estudiantes sugieren que la relación de la ciencia con las artes, la tecnología y situaciones cercanas a su experiencia contribuyó a otorgar mayor sentido a los contenidos.

También se observaron niveles altos en creatividad, trabajo en equipo, comunicación científica e integración interdisciplinar. El carácter colaborativo de los proyectos STEAM y su presentación ante una audiencia diversa en la "Expociencia & Arte 2025" ofrecieron oportunidades para poner en práctica habilidades de colaboración, comunicación y divulgación científica vinculadas con la futura labor docente.

La gestión del tiempo y la integración desigual de los componentes STEAM, especialmente de las Matemáticas, constituyeron limitaciones de la experiencia y aportan criterios para futuras aplicaciones. En conjunto, los resultados permiten valorar la utilidad del enfoque STEAM y del ABP para una enseñanza de la Biología vinculada con las necesidades formativas de futuros docentes de áreas no especializadas en ciencias naturales.

Referencias

- Abella, S., y Rodríguez Malebrán, M. (2024). Sistemas del cuerpo humano: Educación STEAM mediante el uso de la realidad aumentada con estudiantes de secundaria en Colombia y Chile. *Bio-grafía*, 16(Extraordinario). <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/21769>.
- Arias Villalba, W. O., Mejía Carrillo, M. de J., Carranza Basantes, S. F., y Alvarado Jaya, H. G. (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://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6651>.
- Camacho-Tamayo, E., y Bernal-Ballén, A. (2022). Enfoque STEM/STEAM/STEAMH para la formación docente en ciencias naturales de secundaria. Revisión sistemática exploratoria. *Revista Arbitrada del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales*, 56, 42–56. <https://revista.grupocieg.org/wp-content/uploads/2022/06/Ed.5642-56-Camacho-y-Bernal.pdf>.
- Camacho-Tamayo, E., Bernal-Ballén, A., y González-Fernández, M. O. (2024). Análisis de la autopercepción sobre el uso del enfoque STEAM en las estrategias de aula de docentes de ciencias naturales de México y Colombia. *RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 8(1), 117–143. <https://doi.org/10.32541/recie.2024.v8i1.pp117-143>.
- Cardona Chauca, C. A. P., Chancusi Navas, M. E., Chasi Pacheco, M. de J., Rocha Maigua, G. D., y Villacis Vargas, F. A. (2025). La interdisciplinariedad en la enseñanza STEM y su efecto en el aprendizaje significativo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 8906–8925. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17648.
- Deák, C., y Kumar, B. (2024). A systematic review of STEAM education's role in nurturing digital competencies for sustainable innovations. *Education Sciences*, 14(3), 226. <https://doi.org/10.3390/educsci14030226>.
- Díaz Cedeño, V. T., Salazar Caraballo, I. M., y López Brito, R. (2023). STEAM: Una breve conceptualización de una metodología orientada al desarrollo de competencias del siglo XXI. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0*, 27(2), 73–91. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v27i2.1916>.
- Espinoza Freire, E. E. (2021). El aprendizaje basado en problemas, un reto a la enseñanza superior. *Revista Conrado*, 17(80), 295–303. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1847>.
- García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35–50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>.
- Jimenez Leal, R. A. (2025). Aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM; una experiencia de integración entre matemáticas, ciencias naturales y artes. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 20(1), 88–101. <https://doi.org/10.14483/23464712.21010>.
- López-Ruiz, C., Flores-Flores, R., Galindo-Quispe, A., y Huayta-Franco, Y. (2021). Pensamiento crítico en estudiantes de educación superior: Una revisión sistemática. *Revista Innova Educación*, 3(2), 374–385. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.02.006>.

- Mendoza Bajaña, V. P., Rada Cevallos, M. G., Hernández Daza, O. A., y López Cevallos, B. A. (2024). Implementación del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la educación universitaria: Impacto en la motivación, el rendimiento académico y el bienestar psicológico de los estudiantes. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), e45475. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)475](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)475).
- Ramos Doria, J. A., y Núñez Urueta, L. E. (2024). Enfoque STEM para desarrollar habilidades de resolución de problemas y su impacto en la gestión académica. *Revista InveCom*, 4(2), e040248. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10642059>.
- Tapia Peralta, S. R. (2024). Desarrollo de competencias en la didáctica de las ciencias naturales para la formación de profesores efectivos. *Revista InveCom*, 4(2), e040218. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10562767>.
- Toma, R. B., y Retana-Alvarado, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15–33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>.
- Verdugo-Perona, J. J., Solaz-Portolés, J.-J., y Sanjosé-López, V. (2016). Pre-service primary teachers' scientific knowledge and attitudes towards science learning and their influence on the understanding of the nature of science. *Croatian Journal of Education*, 18(3), 779–815. <https://doi.org/10.15516/cje.v18i3.1760>.
- Villota Garcia, F. R., Garces Calva, S. W., Lopez Feijoo, M. A., Moscoso Parra, R. K., y Espinosa Galarza, M. O. (2023). Uso del método aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 8(6), 1661–1672. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/5901>.

Contribución de los autores

Ibrahin Clavel Hernández: Conceptualización; Metodología; Investigación; Curación de datos; Análisis formal; Redacción del borrador original; Redacción, revisión y edición.

María del Pilar Cabrera De Colon: Conceptualización; Investigación; Análisis formal; Redacción, revisión y edición.

Implicaciones éticas

Por la naturaleza de esta sistematización de una experiencia pedagógica desarrollada en el marco habitual de las asignaturas de Biología Básica y Biología General, no se requirió aprobación de un comité de ética. Los testimonios incluidos se presentan de forma anónima y sin datos que permitan identificar a los estudiantes participantes.

Financiación

Los autores no recibieron apoyo financiero específico para la elaboración ni para la publicación de este artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la elaboración o publicación de este artículo.

Agradecimientos

Agradecemos a los estudiantes que participaron en la experiencia por su disposición y compromiso durante el desarrollo de los proyectos y su presentación en la «Expociencia & Arte 2025». Asimismo, agradecemos al Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña (ISFODOSU), Recinto Emilio Prud'Homme, por acoger el desarrollo y la socialización de la experiencia.