https://doi.org/10.29197/cpu.v22i43.641

Enseñanza interdisciplinaria de las Ciencias Biológicas a estudiantes no STEM mediante aprendizaje basado en proyectos

Interdisciplinary Teaching of Biological Sciences to Non-STEM Students Through Project-Based Learning

Bonny M Ortiz-Andrade[1]

Resumen

Este trabajo presenta un estudio exploratorio sobre la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) en cursos de Ciencias Biológicas dirigidos a estudiantes de carreras no STEM. El objetivo del proyecto fue integrar conceptos biológicos con otras disciplinas para fomentar el pensamiento crítico e interdisciplinario. Luego de su ejecución se exploraron las percepciones de los participantes respecto al impacto de una metodología interdisciplinaria basada en proyectos (ABPr) en su aprendizaje. Para ello, se adaptaron cinco etapas simplificadas del ABPr para guiar a 46 estudiantes en el desarrollo de proyectos que vincularon la biología con sus áreas de estudio. La investigación utilizó un diseño metodológico mixto, con un cuestionario y el análisis de producciones estudiantiles como instrumentos de recolección de datos. Los resultados revelaron un aumento significativo en la motivación de los estudiantes, especialmente durante las etapas prácticas de desarrollo del proyecto. Además, el 97.2 % de los participantes percibió mejoras en la integración de conceptos biológicos al relacionarlos con sus propias disciplinas, lo que demuestra la efectividad del ABPr en entornos de enseñanza interdisciplinaria. Se concluye que esta metodología facilita la comprensión de conceptos científicos y promueve el pensamiento crítico e interdisciplinario.

Palabras clave: interdisciplinariedad, pensamiento crítico, aprendizaje basado en proyectos, STEM, motivación, ciencias biológicas.

1 Doctora en Educación, con especialidad en Currículo y Enseñanza de las Ciencias. Labora en el Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Estudios Generales, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Para contactar a la autora: bonny.ortiz@upr.edu

ISSN (en línea): 1814-4152 / Sitio web: **http://cuaderno.pucmm.edu.do**

CÓMO CITAR: Ortiz-Andrade, B. (2025). Enseñanza interdisciplinaria de las Ciencias Biológicas a estudiantes no STEM mediante aprendizaje basado en proyectos. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria, 22*(43), 25-43. https://doi.org/10.29197/cpu.v22i43.641

Esta obra está bajo la licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

Abstract

This paper presents an exploratory study on the implementation of Project-Based Learning (PBL) in Biological Sciences courses aimed at non-STEM students. The objective was to integrate biological concepts with other disciplines to foster critical and interdisciplinary thinking. Following its implementation, an exploration was conducted into participants' perceptions of the impact of an interdisciplinary project-based methodology (PBL) on their learning. To this end, five simplified stages of PBL were adapted to guide 46 students in developing projects that linked biology to their areas of study. The research employed a mixed-methods design, using a questionnaire and the analysis of student products as data collection instruments. The results showed a significant increase in student motivation, particularly during the practical stages of project development. Additionally, 97.2% of the participants reported improvements in the integration of biological concepts when connecting them to their own disciplines, demonstrating the effectiveness of PBL in interdisciplinary teaching contexts. It is concluded that this methodology facilitates the understanding of scientific concepts and promotes critical and interdisciplinary thinking.

Keywords: *interdisciplinarity, critical thinking, project-based learning, STEM, motivation, biological sciences.*

Introducción

La formación de ciudadanos conscientes, capaces de comprender conceptos científicos básicos y motivados a informarse y pensar críticamente, es una necesidad social (Valladares, 2021; Ke et al., 2021). El creciente número de personas que niegan conocimientos científicos relevantes, como el cambio climático, junto con la proliferación de noticias falsas y fuentes de información no confiables, alerta a los educadores en ciencia respecto a su compromiso con la alfabetización científica (Puig et al., 2021; Howell y Brossard, 2021).

En respuesta a esta situación, la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2020) presentó nueve grandes ideas para sentar las bases de una educación pospandémica. Entre ellas destaca la necesidad de garantizar la alfabetización científica en los currículos educativos y promover la reflexión y el rediseño de estos contenidos. Dicha acción aplicada a estudiantes de carreras no relacionadas con las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (STEM, por sus siglas en inglés) requiere la adopción de métodos que faciliten conexiones interdisciplinarias y la aplicación de conceptos científicos en sus respectivas profesiones. Este enfoque permite a los estudiantes identificar los "elementos ancla" del aprendizaje significativo descritos por Ausubel (1968), es decir, conocimientos previos en su estructura cognitiva que actúan como puntos de conexión para integrar nueva información.

Estudios como el de Matienzo (2020) destacan que enseñar sin considerar los conocimientos previos del alumnado resulta ineficaz, ya que estos representan la variable más influyente en el aprendizaje de nuevos contenidos. Además, se ha comprobado que las ideas ancla fortalecen tanto la retención de información como su aplicación práctica, lo que mejora la capacidad para lograr un aprendizaje significativo (Aliakbari et al., 2015). Por otro lado, investigaciones como las de Drake y Burns (2004)

y Semilarski et al. (2022) subrayan que la comprensión de ideas centrales, tanto disciplinarias como interdisciplinarias, influye de manera positiva en la autoeficacia percibida en el aprendizaje de las ciencias. Asimismo, Ortiz-Andrade et al. (2019) enfatizan que la elaboración de productos contribuye significativamente a la comprensión interdisciplinaria.

Por consiguiente, integrar los conocimientos propios de las carreras de los estudiantes puede potenciar la comprensión de conceptos científicos, favorecer el pensamiento crítico y resaltar la importancia de la alfabetización científica en sus vidas y desarrollo profesional. Esto, a su vez, contribuye a abordar problemas complejos como el analfabetismo científico y la desinformación en profesionales ajenos a las áreas STEM. A menudo, estos estudiantes adoptan una perspectiva unidisciplinaria y muestran escasa motivación hacia las ciencias, en gran medida debido al desconocimiento de su relevancia.

Por este motivo, se diseñó la iniciativa “Proyectos Interdisciplinarios desde las Ciencias Biológicas”, la cual adoptó el enfoque ABPr a fin de enriquecer el aprendizaje de conceptos en Ciencias Biológicas e impulsar el desarrollo del pensamiento crítico mediante su integración con otras disciplinas. Posteriormente, se planteó como objetivo de investigación explorar las percepciones de los participantes respecto al impacto de una metodología interdisciplinaria basada en proyectos (ABPr) en su aprendizaje, con un enfoque en dimensiones como la motivación, el aprendizaje de conceptos, el pensamiento crítico y la integración disciplinaria. Para responder al mismo, en los siguientes apartados se describen las estrategias pedagógicas implementadas durante el proyecto. De igual modo, se explica la metodología utilizada, basada en un diseño mixto. Finalmente, se muestran los resultados y las conclusiones.

Fundamentación teórica

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) se valora por su enfoque centrado en el estudiante, su capacidad para promover la interdisciplinariedad y su eficacia para motivar al vincular contenidos con problemas del mundo real, lo que ayuda a desarrollar competencias clave como el pensamiento crítico (Pulecio et al., 2024; Saavedra y Rapaport, 2024; Kousen y Vargas, 2021). Además, el ABPr se adapta a distintos contextos educativos y fomenta la motivación, la colaboración y el pensamiento crítico en los estudiantes (Chadha, 2006; Lattimer y Riordan, 2011; Medina y Tapia, 2017; Shin, 2018; Haatainen y Aksela, 2021; Pulecio et al., 2024).

A pesar de sus desventajas, los estudiantes pueden enfrentar retos durante la implementación del ABPr, como la dificultad para involucrarse plenamente (Dauletova, 2014), problemas en la gestión del tiempo, la falta de seguimiento y la carencia de instalaciones adecuadas (Aldabbus, 2018). No obstante, este enfoque sigue destacándose como una estrategia valiosa para fomentar la interdisciplinariedad en la enseñanza universitaria (MacLeod y Van der Veen, 2020). También incrementa la participación estudiantil al estimular el intercambio y el debate de conocimientos e información (Almulla, 2020).

El ABPr se basa en situaciones reales para motivar a los estudiantes a investigar, crear soluciones y desarrollar productos tangibles, lo que culmina con una presentación pública que celebra los logros alcanzados (Colley, 2008). Los proyectos diseñados bajo este enfoque se centran en desafíos reales que son claros y relevantes para los objetivos de aprendizaje, de modo que se promueva una inmersión profunda en el tema y se fomente el aprendizaje independiente. La investigación requerida

para resolver tales retos impulsa a los estudiantes a explorar soluciones, adquirir conocimientos y evaluar críticamente la información. Además, el trabajo en grupo les permite analizar ventajas y desventajas, predecir resultados y tomar decisiones fundamentadas, lo que facilita resolver el desafío de manera efectiva. Finalmente, este enfoque incluye la creación de prototipos o modelos como parte de la solución y la presentación de sus resultados (Colley, 2008; Steuer, 2022).

Planificación del ABPr interdisciplinario

Para garantizar que los estudiantes de cursos de Ciencias Biológicas establezcan conexiones entre las diversas disciplinas, es necesario crear rutas guía que tanto educadores como estudiantes puedan seguir de manera ordenada, lo que evitará confusiones (Holgaard et al., 2020; Steuer, 2022; Van den Beemt et al., 2020; Ke et al., 2021). Varios estudios han demostrado que estos proyectos no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que también motivan a los estudiantes al exhibir la aplicabilidad de sus aprendizajes en escenarios del mundo real (Lavado-Anguera et al., 2024; Chadha, 2006; Domènech-Casal, 2018; Saavedra y Rapaport, 2024). Además, esta metodología fomenta el trabajo colaborativo y la creatividad en los estudiantes (Hutchison, 2016; Haatainen y Aksela, 2021).

La profundidad de la integración de disciplinas se enmarca en los tres niveles de interdisciplinariedad definidos por Piaget (1975): multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad. La multidisciplinariedad corresponde al nivel básico, donde diversas disciplinas aportan información para abordar un problema común; aunque colaboran en paralelo, sus límites permanecen claros, lo que enriquece cada disciplina sin alterar significativamente sus métodos o enfoques. La interdisciplinariedad, en cambio, implica una cooperación más profunda, con interacciones que conducen al intercambio y el enriquecimiento conceptual mutuo. En este nivel, las disciplinas se apoyan entre sí, combinando métodos y conocimientos para ofrecer soluciones integradas. Finalmente, la transdisciplinariedad constituye el nivel más avanzado de integración, donde las fronteras entre disciplinas desaparecen por completo, creando un sistema cohesivo de relaciones. Este enfoque aborda los problemas desde una perspectiva holística que trasciende las capacidades de una sola disciplina (Piaget, 1975).

En este estudio, se adaptan los pasos del ABPr propuestos por Colley (2008) y Steuer (2022) en cinco etapas simplificadas con el objetivo de que los estudiantes de carreras no STEM integren las Ciencias Biológicas de manera significativa y comprendan mejor la importancia de sus conceptos según sus necesidades e intereses. En este proceso, además, se busca que la evaluación de su progreso contemple no solo el conocimiento técnico, sino también habilidades y competencias clave como el pensamiento crítico y la capacidad de integración de diferentes disciplinas (Freeman et al., 2014; Lavado-Anguera et al., 2024). De esta manera, el enfoque ABPr permite a las instituciones educativas maximizar el potencial de los estudiantes para enfrentar desafíos tanto en sus futuras carreras como en su vida cotidiana.

Metodología

Este estudio adoptó una metodología mixta que combina datos cuantitativos y cualitativos para analizar las percepciones y experiencias de los estudiantes. Como diseño, se utilizó un estudio de caso con una unidad de análisis única (Creswell, 2019), lo que permitió una comprensión más integral del impacto del aprendizaje interdisciplinario. La investigación se centró en un grupo específico

de estudiantes de diversas disciplinas, quienes desarrollaron cinco pasos claves del Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco de la iniciativa Proyectos Interdisciplinarios desde las Ciencias Biológicas (PICBio).

Los participantes fueron 46 estudiantes matriculados en los cursos de Ciencias Biológicas (CIBI), específicamente en los cursos con las codificaciones 3016 y 3026, de la Facultad de Estudios Generales en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Estos cursos, de carácter interdisciplinario, suelen atraer a estudiantes de diversas facultades, lo que permitió una muestra diversa y representativa. De los 46 estudiantes, 28 fueron mujeres (61 %) y 18 hombres (39 %). La mayoría provenía de las facultades de Ciencias Sociales y Administración de Empresas, cada una con 10 estudiantes. Otras facultades representadas fueron Comunicación e Información (6 estudiantes), Educación (6), Arquitectura (4), Humanidades (4) y Estudios Generales (2).

En términos de año de estudio, 5 cursaban su primer año, 21 se encontraban en su segundo año, 15 en su tercer año y 5 en su cuarto año. En cuanto a las concentraciones, hubo una representación variada de áreas como Ciencias Políticas (10 estudiantes), Mercadeo (10), Audiovisual (6), Arte (6), entre otras. Esta diversidad disciplinaria permitió una amplia gama de perspectivas y enfoques en la creación de productos interdisciplinarios, lo cual enriqueció el proceso de aprendizaje y la integración de conceptos biológicos con las áreas de estudio de los participantes.

A lo largo del proyecto, se proporcionó una guía que se fue ajustando a medida que avanzaban en las fases del proyecto. Semanalmente, durante 14 semanas, se asignaron 30 minutos de la clase para que los estudiantes trabajaran en el proyecto, compartieran ideas, realizaran ajustes y recibieran retroalimentación. Para la implementación del ABPr, se adaptaron y simplificaron las fases descritas por Colley (2008) y Steuer (2022) en cinco etapas fundamentales:

1. **Introducción y selección del tema.** En esta etapa, se introduce el proyecto, se definen los objetivos principales y se asigna un reto. Los estudiantes identifican un problema real que conecta las Ciencias Biológicas con sus disciplinas, lo que orienta el desarrollo del proyecto. Además, inician la conceptualización de un producto que refleja esta integración.

2. **Investigación inicial.** Los estudiantes inician la búsqueda de información relevante sobre el tema seleccionado. Este proceso les permite profundizar en la conexión interdisciplinaria y avanzar en el desarrollo conceptual del producto.

3. **Diseño y desarrollo del producto.** Con la información recopilada, los estudiantes diseñan el producto, definiendo los materiales y las técnicas necesarias. Durante esta fase, continúan explorando las disciplinas involucradas para enriquecerlo.

4. **Elaboración de la presentación.** Se basa en el producto desarrollado, las disciplinas integradas y el impacto social del proyecto. Los estudiantes reciben una plantilla guía y retroalimentación a lo largo del proceso, que incluye ensayos previos para perfeccionar sus exposiciones.

5. **Presentación de resultados, celebración de logros y reflexión.** Los estudiantes presentan los resultados en una feria de proyectos, a la cual asisten sus pares, familiares e invitados de la comunidad. En esta misma etapa, los estudiantes reflexionan para evaluar su aprendizaje, identificando cómo el proyecto fortaleció su comprensión de conceptos biológicos y su relación con sus disciplinas.

Este modelo, centrado en el estudiante, posiciona a los participantes como protagonistas activos en cada una de las cinco etapas, lo que promueve el aprendizaje autodirigido. Durante el desarrollo del proyecto, se implementaron instrumentos de evaluación formativa en cada etapa para orientar el avance y resolver dificultades, por ejemplo, organizadores gráficos, mapas conceptuales y presentaciones parciales que facilitaron la retroalimentación continua, tanto por parte de la profesora como de sus compañeros.

Como instrumento para la recolección de datos se diseñó un cuestionario final, el cual fue revisado por un panel de expertos (tres educadores en ciencia). La revisión por parte de estos expertos asegura la relevancia y claridad de las preguntas de acuerdo con el objetivo del estudio: integrar las disciplinas no STEM de los estudiantes, para el aprendizaje de conceptos biológicos y el desarrollo de un pensamiento crítico e interdisciplinario. Este cuestionario fue administrado al término del proyecto y se enfocó en dos ejes temáticos: la motivación y la perspectiva de aprendizaje mediado por la integración de disciplinas. Para esto, se midió el nivel de motivación de los estudiantes a lo largo del desarrollo del proyecto y se investigó la percepción del aprendizaje obtenido, la capacidad de integrar conceptos biológicos con sus áreas disciplinarias y el desarrollo de procesos específicos de pensamiento crítico.

Además, se incluyeron preguntas abiertas para que los estudiantes expresaran sus experiencias y los desafíos que enfrentaron durante el proceso. Estas respuestas ofrecieron una visión más completa sobre la influencia del proyecto en su motivación, aprendizaje y desarrollo de habilidades. Para tener una visión holística, los resultados del cuestionario se analizaron mediante enfoques cuantitativos y cualitativos. Los datos cuantitativos fueron evaluados a través de métodos estadísticos descriptivos, lo que permitió identificar patrones y tendencias clave. De igual manera, para determinar la diferencia significativa entre la motivación inicial y la final, se realizó una prueba t de muestras independientes.

Antes de la realización de dicha prueba, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Los valores de motivación inicial y final se agruparon en dos conjuntos independientes, y la prueba t se ejecutó con un nivel de significancia de 0.05 utilizando el software *Python* para garantizar precisión en los cálculos. Por otro lado, los datos cualitativos se examinaron mediante codificación manual, siguiendo un enfoque temático basado en las categorías del estudio. Para asegurar la objetividad y consistencia del análisis, se definieron criterios claros de codificación y se realizaron revisiones con el fin de validar las categorías emergentes.

Asimismo, los prototipos de productos desarrollados por los estudiantes se analizaron de acuerdo con los niveles de integración descritos por Piaget (1975). Los prototipos en los que las disciplinas aportaron información para su elaboración, pero cuyos límites permanecieron claramente definidos, se clasificaron como multidisciplinarios. Aquellos que mostraron interacción entre disciplinas, cuyos límites estaban menos marcados, se consideraron interdisciplinarios. Finalmente, los productos en

los que había una interacción profunda entre disciplinas, con límites difusos, y en cuya ausencia de alguna de ellas afectaría la existencia del producto debido a sus conexiones profundas, fueron catalogados como transdisciplinarios.

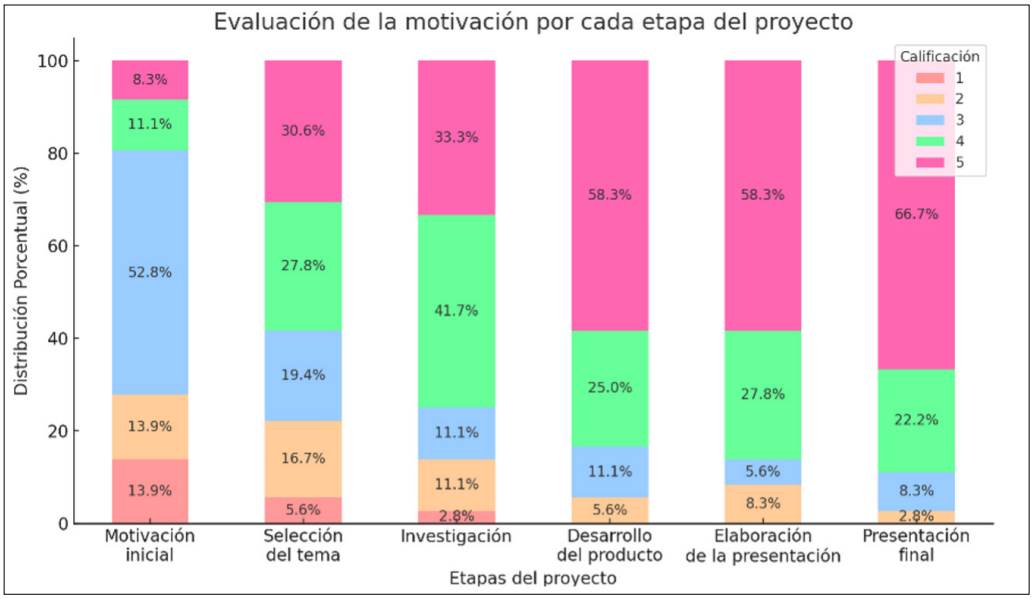
Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de los datos recolectados mediante el cuestionario, que fue completado por 36 participantes.

Eje temático 1: Motivación durante el proyecto

Se calcularon las medias y desviaciones estándar de las calificaciones en una escala de 1 a 5 para cada etapa, incluyendo la motivación inicial y la motivación final en la presentación.

Figura 1. *Distribución porcentual de las valoraciones de la motivación estudiantil en las diferentes etapas del proyecto*



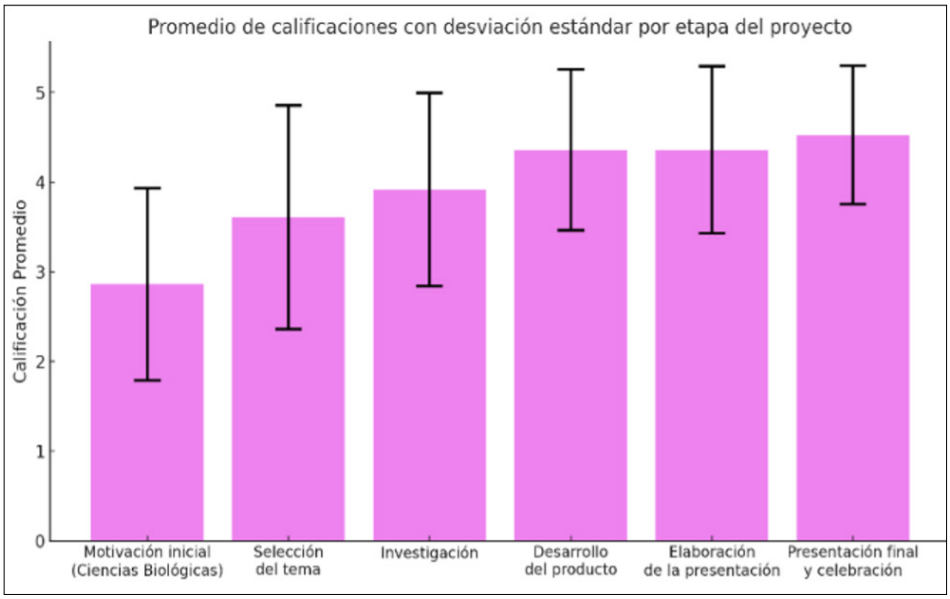
Nota. La figura muestra cómo los estudiantes evaluaron su motivación a lo largo de las etapas del proyecto ABPr. Los datos representan el porcentaje de estudiantes que calificaron su motivación en una escala de 1 a 5, desde el inicio del proyecto hasta su culminación con la presentación final, y evidencian el aumento progresivo de la misma.

La gráfica de distribución porcentual de las calificaciones muestra una tendencia clara de aumento en la motivación de los estudiantes a medida que progresaban a través de las diferentes etapas del proyecto (Figura 1). La motivación inicial fue moderada, con la mayoría de los estudiantes (52 %) otorgando una calificación de 3. Sin embargo, al final del proyecto, durante la presentación final, el 66 % de los estudiantes calificó su motivación con un 5, lo que refleja un incremento significativo. Las etapas intermedias, como la elaboración de la presentación y el desarrollo del producto, también recibieron altas calificaciones, con un 58 % y un 56 % de los estudiantes otorgando un 5, respectivamente. Además, el resultado de la prueba t confirma esta tendencia, indicando una diferencia significativa entre la motivación inicial y la motivación final, con un valor de $p < 0.001$ (1.19×10^{-10}).

Para realizar este análisis, se compararon las valoraciones de motivación reportadas por los estudiantes al inicio del proyecto y durante la etapa final, correspondiente a la presentación pública del producto. Los resultados reflejan un aumento significativo en la motivación promedio, lo que respalda la efectividad del enfoque ABPr para fomentar la participación y el compromiso de los estudiantes. El valor $p < 0.001$ ($1.19 \times 10-10$) representa un nivel de significancia estadística extremadamente alto, indicador de que la probabilidad de que las diferencias observadas se deban al azar es prácticamente nula.

En términos prácticos, estos resultados refuerzan la validez de las observaciones y demuestran que la implementación del ABPr tuvo un impacto consistente en el aumento de la motivación estudiantil. Aunque la desviación estándar en cada etapa del proyecto muestra cierta variabilidad en las respuestas individuales, el análisis de medias revela un aumento significativo en la motivación, desde 2.86 (DE = 1.07) al inicio hasta 4.53 (DE = 0.77) al final del proyecto. Esto sugiere que, a pesar de la dispersión en las calificaciones individuales, la motivación de los estudiantes creció de manera consistente a medida que avanzaban en las diferentes etapas del proyecto.

Figura 2. *Promedios y desviaciones* estándar de la motivación de los estudiantes en las diferentes etapas del proyecto



Nota. La figura presenta la evolución de la motivación estudiantil mediante promedios y desviaciones estándar calculadas para cada etapa del proyecto. Los resultados destacan un aumento significativo en la motivación, especialmente durante las etapas prácticas y la presentación final.

El análisis cualitativo de los elementos que los estudiantes consideran que les motivaron a completar el proyecto presenta una diversidad de factores. Los principales temas identificados incluyen: el conectar las ciencias con sus carreras (12 respuestas), el interés por comprender nuevos conceptos que les servirán en sus vidas (6 respuestas), el trabajo en grupo (6 respuestas), la satisfacción derivada de producir un resultado tangible e innovador (4 respuestas) y la presentación en un anfiteatro (4 respuestas). Estos datos sugieren que el proyecto puede ofrecer múltiples vías de motivación, pero que, sin duda, la conexión con sus carreras es el elemento diferenciador.

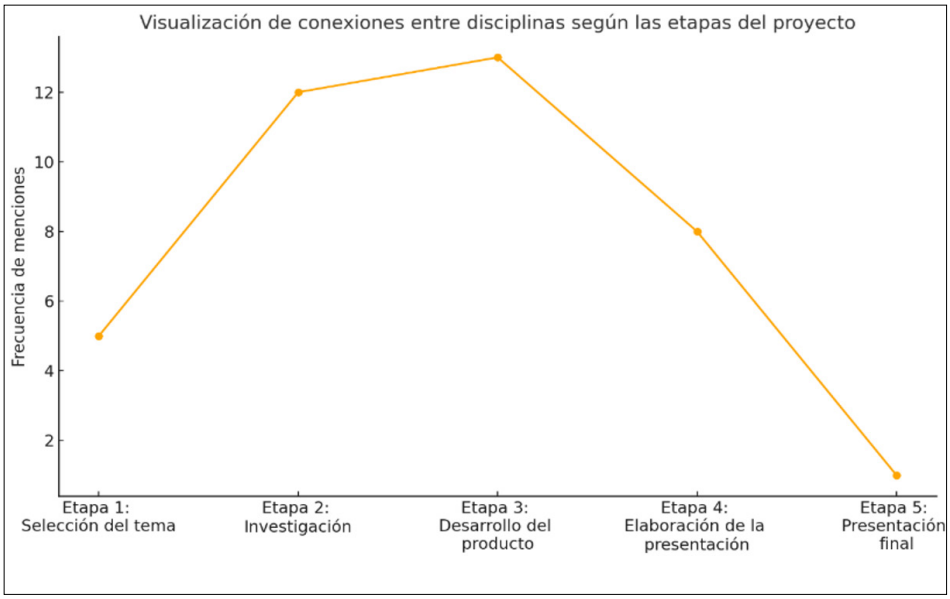
Eje temático 2: Percepción de aprendizaje

La mayoría de los estudiantes (97.2 %), quienes asignaron valoraciones de 4 o 5, logró integrar conceptos de diversas áreas en la creación de un producto. Asimismo, afirmaron (94.3 % con calificaciones de 4 o 5) que el proyecto les ayudó a establecer conexiones interdisciplinarias. Solo un 5.7 % otorgó una calificación de 3, lo que sugiere que muy pocos estudiantes tuvieron una experiencia menos favorable.

Percepción del aprendizaje mediado por la conexión de las disciplinas. La mayoría de los estudiantes (63.89 %) percibió que su aprendizaje fue altamente facilitado por las conexiones establecidas entre las Ciencias Biológicas y su disciplina, otorgando la máxima calificación (5). Un porcentaje menor de estudiantes (22.22 %) también asignó una valoración alta a su aprendizaje (4), mientras que el 13.89 % otorgó una calificación de 3.

Conceptos aprendidos. El análisis cualitativo de los conceptos biológicos trabajados por los estudiantes a través del proyecto evidenció una diversidad temática amplia, abarcando áreas como la ecología, la salud, la genética, la evolución y el bioarte. Los temas incluyeron cuestiones actuales como el cambio climático, la ecoansiedad y las tecnologías de reproducción asistida, al tiempo que se reforzaron conceptos de base esenciales, como la evolución y el ADN.

Figura 3. *Relación entre las etapas del proyecto y el establecimiento de conexiones interdisciplinarias*



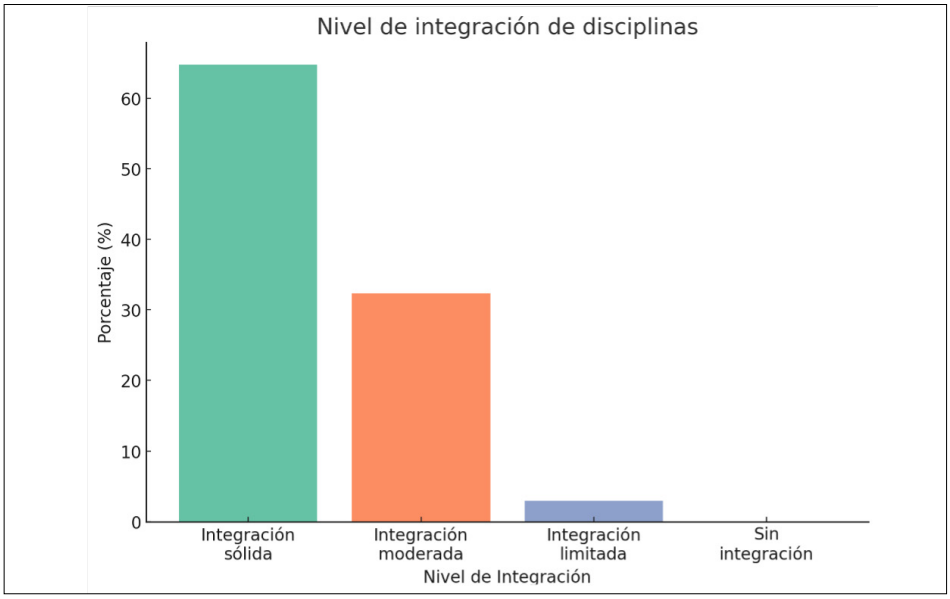
Nota. La figura representa la percepción de los estudiantes sobre el nivel de conexión interdisciplinaria logrado en cada etapa del proyecto ABPr. Las etapas más prácticas, como investigación y el desarrollo del producto, fueron identificadas como las más efectivas para visualizar la interacción entre disciplinas en el contexto de los proyectos realizados.

Etapas del proyecto y conexión de disciplinas

Los participantes manifiestan que la etapa en que pudieron comprender mejor las conexiones entre las disciplinas fue la del desarrollo del producto (Figura 3). Aunque la percepción general sobre las conexiones interdisciplinarias alcanzadas fue alta, los estudiantes consideraron que estas

se visualizaron particularmente durante las etapas más prácticas y exploratorias del proyecto: la investigación y la creación del producto. Según estos resultados, estas son las más efectivas para ayudar a los estudiantes a visualizar cómo interactúan las diferentes disciplinas en el contexto aplicado de cada uno de sus trabajos.

Figura 4. *Percepción del nivel de integración de las disciplinas*

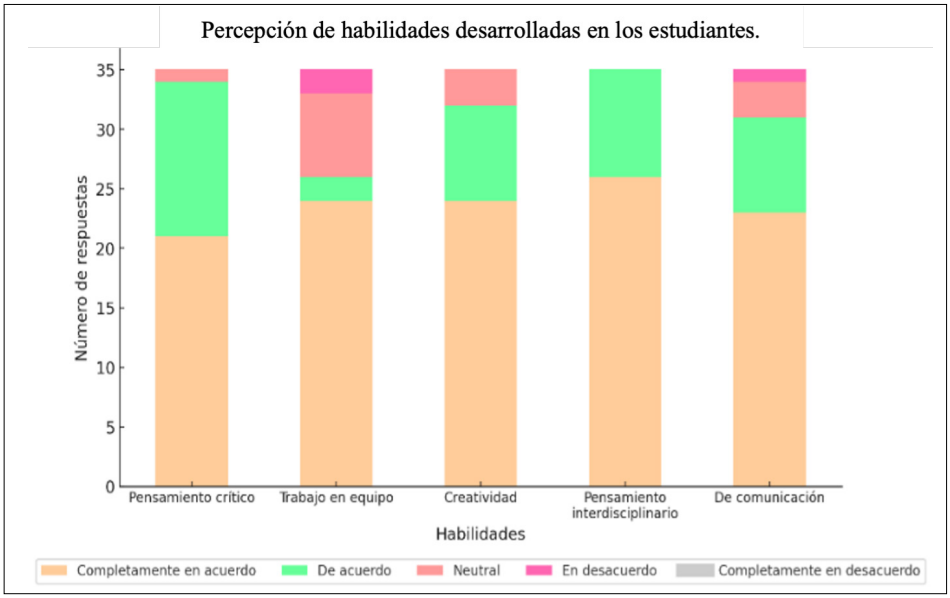


Nota. La figura muestra cómo los estudiantes percibieron el nivel de integración logrado a lo largo del proyecto, clasificándolos como multidisciplinario (limitado), interdisciplinario (moderado) y transdisciplinario (sólido).

Percepción del nivel de integración de las disciplinas. Las respuestas acerca del nivel de integración entre disciplinas mostró que la mayoría de los estudiantes percibió una integración sólida (21 respuestas). Un número considerable también la calificó como moderada (14 respuestas), lo que indica que, aunque efectiva, la interrelación no siempre fue percibida como fuerte por todos. Solo un estudiante mencionó una integración limitada, sin reportarse casos en que no observaran una integración (Figura 4). El análisis de los productos desarrollados confirmó esta diversidad en los niveles de integración, con lo que se destacaron creaciones como diseños de escuelas ecológicas y maquetas inspiradas en la evolución (integración profunda), infografías sobre la relevancia de las Ciencias Biológicas en su formación universitaria (integración moderada) y analogías entre la evolución biológica y la evolución de la publicidad (integración limitada).

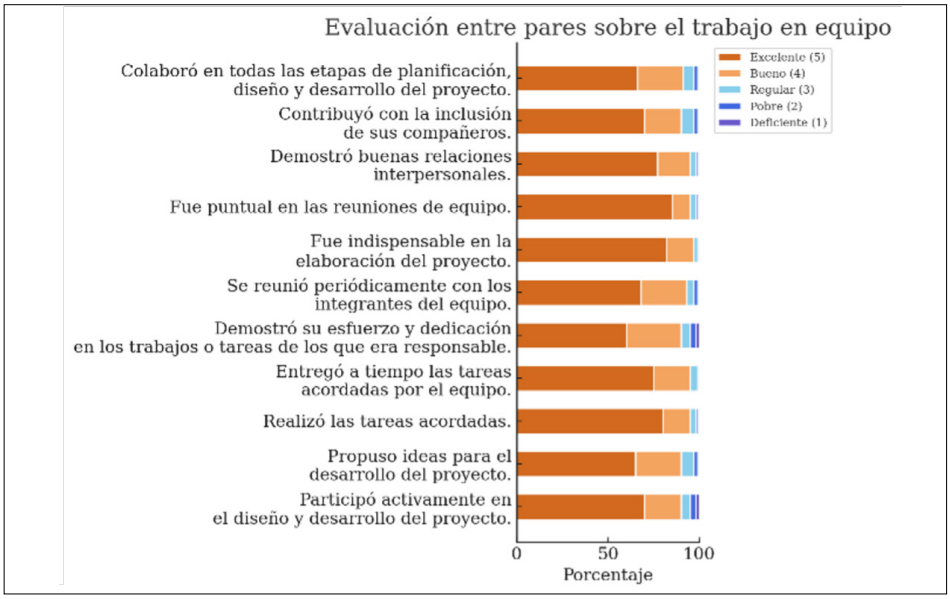
Percepción del desarrollo de habilidades. La figura 5 muestra que, en general, los estudiantes perciben que su desarrollo de habilidades fue positivo. Se destaca que una de las habilidades más valoradas fue el pensamiento interdisciplinario. Sin embargo, también se observa que un grupo reducido de estudiantes expresó desacuerdo respecto al desarrollo de las habilidades de trabajo en equipo facilitadas por el proyecto; por ello, fue necesario revisar las evaluaciones realizadas entre pares, con lo que se notó que este desacuerdo podría estar relacionado con dificultades para colaborar y comunicarse con sus compañeros (Figura 6).

Figura 5. *Percepción del desarrollo de habilidades en los estudiantes*



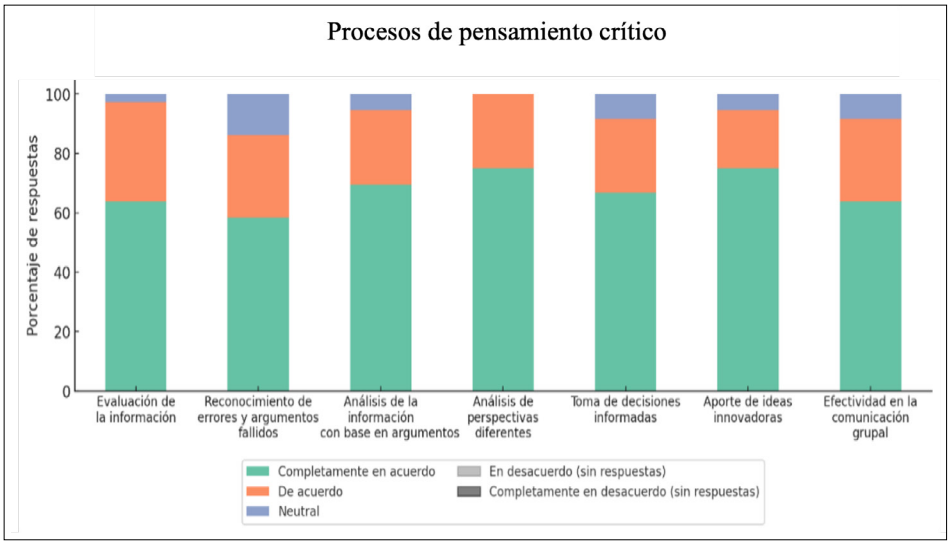
Nota. La figura ilustra las valoraciones de los estudiantes sobre las habilidades desarrolladas durante el proyecto, destacándose el pensamiento interdisciplinario como una de las competencias más valoradas.

Figura 6. *Resultados de la evaluación del trabajo en equipo realizada por pares*



Nota. Los datos reflejan variaciones en la percepción de efectividad grupal, destacando tanto fortalezas como áreas donde algunos estudiantes enfrentaron desafíos en la colaboración y comunicación dentro de sus equipos.

Figura 7. *Procesos de pensamiento crítico realizados por los estudiantes durante el desarrollo del proyecto*



En el cuestionario se profundizó sobre algunos procesos de pensamiento crítico como la evaluación de la información, reconocimiento de errores, análisis de la información con base en argumentos, análisis de perspectivas, toma de decisiones informadas, aporte de ideas innovadoras y efectividad en la comunicación grupal. La mayoría de los estudiantes percibe positivamente los procesos evaluados (Figura 7). Sin embargo, algunas respuestas fueron neutrales, lo que sugiere oportunidades de mejora en la implementación de estrategias, particularmente en aspectos como el reconocimiento de errores, la toma de decisiones informadas y la efectividad en la comunicación grupal.

Recursos empleados por los estudiantes

Mediante el cuestionario, también se indagó acerca de los recursos tecnológicos utilizados por los estudiantes, con lo cual se observó una amplia variedad representada en la tabla 1. Estos recursos también se reflejaron en los productos finales y en sus presentaciones.

Tabla 1. *Recursos mencionados por los estudiantes en el cuestionario*

Aplicación o herramienta tecnológica	Proceso
Google Scholar Bing Google YouTube Sitios web y aplicaciones de arquitectura (Ej. ArchDaily) y para mercadeo (Ej. www.marketing.com) Bases de datos UPR Periódicos digitales	Búsqueda de información

Aplicación o herramienta tecnológica	Proceso
Goodnotes	Diseño de productos: visualización
Capcut	Diseño de productos: edición de videos
Procrearte	Diseño de productos: diseño de obras de arte
Libros de anatomía	Búsqueda de información: inspiración para el diseño de bioarte
ChatGPT / Copylot / Otras	Búsqueda de información y generación de ideas
WhatsApp	Compartir y organizar información
Microsoft Word	Compartir y organizar información
Google Docs	Compartir y organizar información
Google Slides	Compartir, organizar y presentar información
PowerPoint	Presentar información
Canva	Organizar, compartir y presentar la información, Desarrollo de productos como imágenes de campañas publicitarias, infografías, edición de videos, analogías, entre otras

Por último, el análisis cualitativo de las sugerencias y comentarios de los estudiantes sobre el proyecto PICBio destaca áreas claves de mejora, entre estas, aumentar la interacción en clase para facilitar la coordinación grupal, mejorar el manejo del tiempo disponible para las distintas etapas del proyecto y optimizar las presentaciones orales con enfoques más dinámicos e interactivos.

Discusión

Los resultados indican que la participación de los estudiantes en el proyecto fue efectiva para conectar el conocimiento de sus disciplinas, aprender conceptos biológicos y desarrollar tanto el pensamiento interdisciplinario como el crítico. Este hallazgo refuerza la propuesta de Medina y Tapia (2017), quienes destacan que el ABPr permite integrar diversas áreas de conocimiento mientras fomenta habilidades críticas en los estudiantes. En este contexto, se identificaron dos ejes temáticos clave: la motivación y la percepción del aprendizaje. Ambos fueron impactados positivamente por la implementación del ABPr, lo que sugiere su efectividad para promover un aprendizaje significativo y contextualizado. A continuación, se analiza la manera en que estos aspectos contribuyeron al

desarrollo de habilidades críticas e interdisciplinarias, así como las implicaciones de estos hallazgos para futuros contextos educativos.

Motivación

En este estudio, la conexión entre las ciencias y las carreras no STEM de los estudiantes se identificó como un factor clave en su motivación. Este resultado se alinea con la teoría de Ausubel (1968), quien señala que los conocimientos previos actúan como ideas ancla, lo que facilita la integración de nuevos conceptos y promueve conexiones interdisciplinarias. Según Matienzo (2020), este incremento en motivación puede explicarse porque los estudiantes encontraron un propósito claro que les impulsó a adquirir nuevos conceptos de manera significativa.

Además de actuar como facilitadores del aprendizaje, las carreras de los estudiantes sirvieron como ideas ancla, lo que ayudó a conectar los conceptos biológicos con sus contextos profesionales. Esta integración les permitió a los participantes visualizar la relevancia práctica de los contenidos, dando como resultado el reforzamiento de su motivación y autoeficacia. Asimismo, la interdisciplinariedad amplificó el impacto de estas ideas al promover conexiones más profundas entre disciplinas y favorecer un aprendizaje significativo y contextualizado.

El aumento de la motivación a lo largo de las etapas del proyecto puede explicarse por el hecho de que, aunque las conexiones entre disciplinas representaron un desafío inicial, los estudiantes lograron mayor fluidez conforme avanzaban y comprendían el propósito de estas interrelaciones. Al responder a la pregunta "¿Qué elementos del proyecto contribuyeron a tu motivación para terminarlo?", los estudiantes destacaron aspectos clave como el trabajo colaborativo y la relevancia de las conexiones interdisciplinarias. Este hallazgo es consistente con las investigaciones de Botella y Ramos (2019), quienes subrayan que el trabajo en equipo y el intercambio de perspectivas refuerzan tanto la motivación como el compromiso en los entornos educativos.

Por ejemplo, el estudiante 1 (Est. 1) mencionó: "El elemento más importante fue que todos en mi grupo pudimos encontrar algo que nos unió. Cuando encontramos eso, nos motivamos y empezamos a trabajar duro". Además, algunos participantes enfatizaron la importancia de comprender cómo las Ciencias Biológicas se conectan con sus concentraciones académicas y destacaron la relevancia de las conexiones interdisciplinarias: "Fue principalmente el tratar de comprender cómo las Ciencias Biológicas se conectan con nuestras concentraciones" (Est. 2).

La creación de un producto tangible también fue un factor motivador, lo que coincide con estudios previos que subrayan la importancia de las tareas prácticas en el aprendizaje interdisciplinario (Saavedra et al., 2021). "Pienso que el producto que nuestro grupo trabajó fue una de las motivaciones para terminar el proyecto. Esto contribuyó mucho a nuestra motivación" (Est. 7). Estos hallazgos, además de complementar los resultados cuantitativos, se alinean con investigaciones recientes que destacan cómo el ABPr fomenta la motivación al involucrar activamente a los estudiantes en procesos prácticos y creativos, permitiéndoles ser protagonistas de su propio aprendizaje (Lattimer y Riordan, 2011; Medina y Tapia, 2017; Shin, 2018; Pulecio et al., 2024). Además, el uso de actividades interdisciplinarias y la vinculación del contenido académico con contextos reales refuerza lo señalado por Domènech-Casal (2018) y Saavedra y Rapaport (2024), quienes subrayan que estas estrategias

aumentan la motivación al hacer que el aprendizaje sea relevante para el futuro profesional y personal de los estudiantes.

Los resultados del eje temático *Motivación* destacan la importancia de las conexiones interdisciplinarias y la relevancia práctica de los contenidos académicos en la motivación de los estudiantes. La integración de conceptos biológicos con los contextos profesionales de los estudiantes no STEM actuó como un catalizador para un aprendizaje significativo, lo que incrementó tanto la motivación como la autoeficacia. Además, el trabajo colaborativo y la creación de productos tangibles fueron identificados como factores clave que impulsaron a los estudiantes a comprometerse y finalizar el proyecto. Estos resultados son consistentes con investigaciones previas que destacan cómo el aprendizaje basado en proyectos y la interdisciplinariedad pueden fomentar un mayor compromiso en los entornos educativos. Finalmente, los resultados aportan evidencia valiosa sobre cómo estrategias educativas que promueven la conexión entre disciplinas y la aplicación práctica del conocimiento pueden enriquecer la experiencia de aprendizaje y motivar a los estudiantes a alcanzar sus objetivos académicos y profesionales.

Percepción del aprendizaje mediado por la conexión entre las disciplinas

Para el segundo eje temático, la mayoría de los estudiantes percibió una integración sólida entre disciplinas, seguida de una integración moderada, con solo un estudiante mencionando una integración limitada. Estos resultados reflejan el modelo propuesto por Piaget (1975), que describe los niveles de multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad como escalas para evaluar la conexión entre áreas del conocimiento. Las conexiones interdisciplinarias fueron más evidentes en las etapas prácticas del proyecto, como el desarrollo del producto y la fase de investigación, lo que refuerza la importancia del enfoque práctico en la consolidación de aprendizajes significativos (Domènech-Casal, 2018). Este alto grado de cohesión entre disciplinas se alinea con investigaciones que destacan la efectividad del ABPr para promover conexiones profundas entre áreas de conocimiento, especialmente a través de actividades creativas y colaborativas (Ortiz-Andrade et al., 2019; Medina y Tapia, 2017).

Los prototipos de productos elaborados reflejaron distintos niveles de integración. Por ejemplo, una maqueta inspirada en la evolución de la ballena se categorizó como transdisciplinaria, ya que fusionó conceptos de biología y arte sin barreras definidas, lo que permitió una síntesis profunda. Este resultado es consistente con estudios que resaltan que la integración de arte y ciencia fortalece la comprensión interdisciplinaria y fomenta el aprendizaje significativo (Drake y Burns, 2004; Ortiz-Andrade et al., 2019, Saavedra et al., 2021). En contraste, un producto que estableció una analogía entre la evolución biológica y la evolución de la publicidad mostró límites más claros entre disciplinas, reflejo de una integración menor. No obstante, ambos casos demostraron que los estudiantes lograron un dominio significativo de los conceptos biológicos, lo que sugiere que el nivel de integración no afectó negativamente el aprendizaje del concepto. Este hallazgo destaca la necesidad de investigaciones adicionales que exploren la relación entre el nivel de integración disciplinaria y el aprendizaje a largo plazo.

Estudios recientes refuerzan la efectividad del ABPr para desarrollar competencias críticas. Por ejemplo, Medina y Tapia (2017) y Domènech-Casal (2018) subrayan que este enfoque conecta

diferentes áreas del conocimiento, fomenta competencias científicas y tecnológicas y potencia la interdisciplinariedad en contextos educativos diversos. Asimismo, Kousen y Vargas (2021) encontraron que el aprendizaje basado en proyectos aplicado en odontología forense y derecho probatorio promueve la integración disciplinaria y fortalece la comprensión de conceptos complejos. Esto coincide con la revisión de Botella y Ramos (2019), que resalta cómo el ABPr impulsa la innovación educativa al adaptar estrategias a contextos específicos mientras promueve la misma integración.

Se identificaron algunas áreas de mejora, como el trabajo en equipo y la comunicación en ciertos grupos, lo que podría explicarse por las evaluaciones de pares realizadas durante el proyecto. Estas dificultades reflejan una de las limitaciones comunes del ABPr, ya documentada en la literatura (Dauletova, 2014). Sin embargo, este hallazgo contrasta con estudios que sugieren que los proyectos interdisciplinarios suelen mejorar las habilidades de comunicación y trabajo colaborativo (Saavedra et al., 2021). Este contraste refuerza la necesidad de desarrollar metodologías más robustas para evaluar objetivamente las competencias interdisciplinarias (Klein, 1990; Saavedra et al., 2021).

Finalmente, este estudio resalta la importancia de diseñar instrumentos más precisos para medir la integración de conceptos de diferentes disciplinas, así como de explorar nuevas estrategias para clasificar los productos generados según los niveles de interdisciplinariedad. Estos enfoques no solo facilitarían el mejoramiento de las prácticas educativas, sino que también maximizarían el impacto del aprendizaje interdisciplinario en futuros contextos educativos (Medina y Tapia, 2017; Botella y Ramos, 2019).

Conclusiones

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) demostró ser una estrategia efectiva para conectar conocimientos de las Ciencias Biológicas con otras disciplinas, ya que permitió a los estudiantes comprender conceptos y desarrollar tanto el pensamiento crítico como el interdisciplinario. En este estudio, la conexión del contenido biológico con las diversas carreras de los participantes fue un factor clave que les motivó y facilitó su aprendizaje. Además, las tareas prácticas y exploratorias, particularmente en las etapas de desarrollo y creación del producto, les permitieron visualizar mejor las conexiones interdisciplinarias y favorecieron la consolidación de su entendimiento y el fortalecimiento de su autoeficacia.

Los conceptos propios de las diferentes disciplinas de la población estudiada desempeñaron un papel fundamental como ideas ancla, además de que actuaron como puntos de partida para integrar conceptos biológicos en contextos no STEM. El aporte de estas disciplinas facilitó la integración, promoviendo un aprendizaje significativo que fortaleció tanto la motivación como el pensamiento crítico. Asimismo, permitió a los estudiantes no solo comprender los conceptos biológicos, sino también aplicarlos en situaciones prácticas y relevantes para sus profesiones y comunidad. Estos hallazgos resaltan la importancia de diseñar proyectos que aprovechen las ideas ancla y las conexiones interdisciplinarias como ejes del aprendizaje.

Junto a estos resultados positivos, se identificaron también algunas áreas de mejora. Una de las limitaciones observadas, en menor medida, fue la variabilidad en la participación de los estudiantes, especialmente en lo relacionado con las habilidades de comunicación grupal. Aunque el ABPr fomenta el trabajo en equipo, algunos grupos experimentaron dificultades para establecer una comunicación

efectiva, lo que subraya la necesidad de implementar actividades que refuercen estas competencias. Además, la falta de instrumentos específicos para medir de manera objetiva los niveles de integración interdisciplinaria representa otra limitación del estudio. Por lo anterior, se proponen las siguientes recomendaciones dirigidas a educadores, diseñadores curriculares e investigadores interesados en la enseñanza interdisciplinaria y basada en proyectos:

1. Fortalecer las habilidades de comunicación grupal: diseñar talleres y actividades específicas orientadas a mejorar la comunicación y el trabajo colaborativo entre los estudiantes, de modo que se fomente la cohesión y el intercambio de ideas.

2. Desarrollar instrumentos de evaluación interdisciplinaria: crear herramientas estandarizadas que permitan medir los niveles de integración interdisciplinaria y su impacto en el aprendizaje de manera más precisa y confiable.

3. Explorar la aplicación del ABPr en contextos más amplios: extender esta metodología a otras disciplinas y poblaciones estudiantiles para evaluar su efectividad en diferentes escenarios académicos.

4. Realizar estudios longitudinales: investigar el impacto a largo plazo del ABPr en el desarrollo profesional de los estudiantes y su capacidad para aplicar conexiones interdisciplinarias en sus carreras.

En conclusión, los hallazgos de este estudio destacan el potencial del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) como una herramienta pedagógica que conecta conceptos científicos con disciplinas no STEM, lo que promueve el pensamiento crítico, la interdisciplinariedad y el aprendizaje significativo. La integración de áreas disciplinares permitió a los estudiantes visualizar la relevancia práctica de los conceptos biológicos en sus contextos académicos y profesionales, a la vez que se fortaleció su motivación y participación activa. Este enfoque, además, subraya la necesidad de seguir desarrollando metodologías innovadoras que impulsen conexiones interdisciplinarias, esenciales para enfrentar los desafíos educativos y preparar a los estudiantes para un mundo cada vez más complejo y conectado.

Recibido: 15/11/2024 | Revisado: 2/12/2024 | Aprobado: 12/12/2024 | Publicado: 24/1/2025

Referencias bibliográficas

Aldabbus, S. (2018). Project-based learning: Implementation & challenges. *International journal of education, learning and development, 6*(3), 71–79.

Aliakbari, F., Parvin, N., Heidari, M., & Haghani, F. (2015). Learning theories application in nursing education. *Journal of education and health promotion, 4*(1). doi.org/10.4103/2277-9531.151867

Almulla, M. (2020). The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning. *Sage Open, 10*(3). https://doi.org/10.1177/2158244020938702

Ausubel, D. (1968). *Psicología educativa: una perspectiva cognitiva.* Holt, Rinehart & Winston.

Botella, A. y Ramos, R. (2019). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. *Perfiles educativos, 41*(163), 127–141. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982019000100127&script=sci_abstract

Chadha, D. (2006). A curriculum model for transferable skills development. *Engineering Education, 1*(1), 19–24. https://doi.org/10.11120/ened.2006.01010019

Colley, K. (2008). Project Based Science Instruction: A PRIMER. *Science Teacher, 75*(8).

Creswell, J. (2019). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research.* Pearson Higher Ed.

Dauletova, V. (2014). Expanding Omani Learners' Horizons Through Project-Based Learning: A Case Study. *Business and Professional Communication Quarterly, 77*(2), 183–203. doi.org/10.1177/2329490614530553

Domènech-Casal, J. (2018). El aprendizaje basado en proyectos como método candidato para la educación STEM. *Ápice. Revista de Educación Científica, 2*(2), 29–42. https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524

Drake, S., & Burns, R. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum* (No. 14639). Association for Supervision and Curriculum Development.

Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. (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

Haatainen, O., & Aksela, M. (2021). Project-based learning in integrated science education: Active teachers' perceptions and practices. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education, 9*(1), 149–173. https://eric.ed.gov/?id=EJ1327601

Holgaard, J., Skaaning, C., & Vestergaard, J. (2020). *Problem Based Learning and Entrepreneurship: A Guide to Facilitate Problem Based and Entrepreneurial Project Work.* Aalborg Universitet.

Howell, E., & Brossard, D. (2021). (Mis)informed about what? What it means to be a science-literate citizen in a digital world. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 118*(15), e1912436117. https://doi.org/10.1073/pnas.1912436117

Hutchison, M. (2016). The empathy project: Using a project-based learning assignment to increase first-year college students' comfort with interdisciplinarity. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 10*(1). https://doi.org/10.7771/1541-5015.1580

Ke, L., Sadler, T., Zangori, L., & Friedrichsen, P. (2021). Developing and using multiple models to promote scientific literacy in the context of socio-scientific issues. *Science & Education, 30*(3), 589–607. https://doi.org/10.1007/s11191-021-00206-1

Klein, J. (1990). *Interdisciplinarity: History, theory, and practice.* Wayne State University Press. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190201098.013.988

Kousen, J. y Vargas, C. (2021). Odontología forense y derecho probatorio en el contexto educativo. Una estrategia interdisciplinaria a partir del enfoque de aprendizaje basado en proyectos. *Revista Electrónica de Investigación en Docencia Universitaria, 3*(1), 136–154. https://doi.org/10.54802/r.v3.n1.2021.54

Lattimer, H., & Riordan, R. (2011). Project-based learning engages students in meaningful work. *Middle School Journal, 43*(2), 18–23. https://doi.org/10.1080/00940771.2011.11461797

Lavado-Anguera, S., Velasco-Quintana, P.J., & Terrón-López, M.J. (2024). Project-based learning as an experiential pedagogical methodology in engineering education: A review of the literature. *Education Sciences, 14*(6). https://doi.org/10.3390/educsci14060617

MacLeod, M., & Van der Veen, J. (2020). Scaffolding interdisciplinary project-based learning: a case study. *European journal of engineering education, 45*(3), 363–377. https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1646210

Matienzo, R. (2020). Evolución de la teoría del aprendizaje significativo y su aplicación en la educación superior. *Dialektika: Revista de Investigación Filosófica y Teoría Social, 2*(3), 17–26.

Medina, M. y Tapia, M. (2017). El aprendizaje basado en proyectos: una oportunidad para trabajar interdisciplinariamente. *Olimpia, 14*(46), 236–246.

Ortiz-Andrade, B., Rivera-Rondón, V. y Díaz-Vázquez, L. (2019). El nanocirco: un diseño interdisciplinario para la divulgación y enseñanza de la nanociencia y la nanotecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 16*(2). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2701

Piaget, J. (1975). *El desarrollo del pensamiento.* Paidós

Puig, B., Blanco-Anaya, P., & Pérez-Maceira, J. (2021, May). "Fake news" or real science? Critical thinking to assess information on COVID-19. *Frontiers in Education, 6*. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.646909

Pulecio, K., López, M. M., López, M. B. y Barcos, L. (2024). Importancia de la unidad didáctica basada en metodologías activas para fomentar el aprendizaje colaborativo e interdisciplinario a través de tecnologías e innovación educativa. *Revista Mapa, 8*(35). https://www.revistamapa.org/index.php/es/article/view/439

Saavedra, A., Liu, Y., Haderlein, S., Rapaport, A., Lock, K., Garland, M., Liu, Y., Hu, A., Hoepfner, D., & Korn, S. (2021). Project-based learning boosts student achievement in AP courses. *Lucas Education Research*.

Saavedra, A., & Rapaport, A. (2024). Key lessons from research about project-based teaching and learning. *Phi Delta Kappan, 105*(5), 19–25. https://doi.org/10.1177/00317217241230

Semilarski, H., Soobard, R., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2022). Expanding disciplinary and interdisciplinary core idea maps by students to promote perceived self-efficacy in learning science. *International Journal of STEM Education, 9*(1), 57.

Shin, M. (2018). Effects of project-based learning on students' motivation and self-efficacy. *English Teaching, 73*(1), 95–114. https://doi.org/10.15858/engtea.73.1.201803.95

Steuer, R. (2022). *PBL Simplified: 6 Steps to Move Project Based Learning from Idea to Reality.* Morgan James Publishing.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2020). *Education in a post-COVID world: nine ideas for public action.* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717/PDF/373717eng.pdf.multi.

Valladares, L. (2021). Scientific literacy and social transformation: Critical perspectives about science participation and emancipation. *Science & Education, 30*(3), 557–587. https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1646210

Van den Beemt, A., MacLeod, M., Van der Veen, J. Van de Ven, A., Van Baalen, S., Klaassen, R., & Boon, M. (2020). Interdisciplinary engineering education: A review of vision, teaching, and support. *Journal of Engineering Education, 109*(3), 508–555. https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2267476