

Active methodologies in postgraduate education: Project-based learning and STEM in sewerage system management

Mireya Lapo-Pauta¹; Francisco Javier Martínez-Solano²; Juan Arteaga³

^{1,3} Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, cmlapo@utpl.edu.ec, jgarteaga@utpl.edu.ec

² Universitat Politècnica de València, España, jmsolano@upv.es

Abstract– Active methodologies transform the student's role from passive recipient to protagonist of the learning process. This paper reports the results of implementing Project-Based Learning (PBL) and STEM approaches in the Planning and Design Foundations for Sewerage and Sanitation module of a Civil Engineering Specialization program, delivered in hybrid mode over two academic terms (April–August 2025 and October 2025–February 2026). A total of 123 students participated across four parallel sections. Likert surveys administered throughout the course revealed that 86% of students rated the synchronous, asynchronous, and in-person practical activities positively. Final grades show a median of 8,7/10 in the first term and 8,8/10 in the second, with a notable reduction in score dispersion between cohorts. Through a group project, each team developed a comprehensive management plan with Performance Indicators (PI) for sewerage systems using SIGMA software. The results confirm that the PBL-STEM methodology is effective in developing both technical and transversal competencies in postgraduate engineering programs.

Keywords--Performance indicators, sewerage systems, Project-Based Learning, STEM

Metodologías activas en posgrado: Aprendizaje Basado en Proyectos y STEM en la gestión de sistemas de alcantarillado

Resumen—Las metodologías activas transforman el rol del estudiante de receptor pasivo a protagonista del proceso educativo. Este trabajo reporta los resultados de implementar Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y STEM en el módulo de Planificación y Bases de Diseño para Alcantarillados y Saneamiento de la Especialización en Ingeniería Civil, impartida en modalidad híbrida durante dos periodos académicos (abril–agosto 2025 y octubre 2025–febrero 2026). Participaron 123 estudiantes distribuidos en cuatro paralelos. Las encuestas Likert aplicadas revelan que el 86% de los estudiantes valoró positivamente las actividades sincrónicas, asincrónicas y la práctica presencial. Las calificaciones finales muestran una mediana de 8,7/10 en el primer periodo y de 8,8/10 en el segundo, con una notable reducción de la dispersión entre cohortes. A través de un proyecto grupal, cada equipo desarrolló un plan de gestión integral con Indicadores de Desempeño (ID) para sistemas de alcantarillado empleando el software SIGMA. Los resultados confirman que la metodología ABP-STEM es eficaz para desarrollar competencias técnicas y transversales en programas de posgrado de ingeniería.

Palabras clave—Indicadores de Desempeño, sistemas de alcantarillado, Aprendizaje Basado en Proyectos, STEM.

I. INTRODUCCIÓN

Una gran prioridad en todo el mundo constituye la gestión eficiente del saneamiento. Existe una correlación positiva entre el acceso al agua y el desarrollo socioeconómico, en especial en países con baja capacidad institucional para la gestión de los recursos hídricos [1]. América Latina ha progresado en cobertura de agua potable, pero las brechas en saneamiento siguen siendo profundas, especialmente en zonas rurales y periurbanas, se necesita enfrentar grandes desafíos para mejorar la calidad de servicio [2].

Se advierte que, para alcanzar las metas de los ODS, se requerirá multiplicar por siete el ritmo actual de implementación de servicios de saneamiento seguro [3]. Esto implica una necesidad urgente de formación especializada, innovación técnica y gestión eficiente, áreas que deben abordarse desde la educación superior. La formación de especialistas capaces de planificar, diseñar y evaluar sistemas de saneamiento requiere no solo conocimientos técnicos, sino también habilidades colaborativas, pensamiento crítico y dominio de herramientas digitales. La innovación educativa en entornos virtuales permite romper barreras geográficas y metodológicas, especialmente en programas de especialización. La referencia [4] sostiene que, la innovación

no se limita al uso de tecnologías, sino que implica transformaciones profundas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La aplicación de métodos de aprendizaje activo beneficia de forma particular a la formación en ingeniería, ya que en estas carreras es necesario resolver problemas auténticos relacionados con el contexto profesional y social del estudiante [5]. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en el ámbito de la educación superior, constituye una experiencia creativa y valorada por los estudiantes y permite conservar su motivación [6], en una asignatura de Hormigón Armado se utilizó ABP, para idear y desarrollar un proyecto de ingeniería civil fundamentado en la vida real, con resultados exitosos en el desarrollo de competencias transversales de los estudiantes, además de sumergirse en un entorno de trabajo representativo de la práctica profesional futura [7].

Por otra parte, STEM es un aprendizaje activo que integra la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y contribuye a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje [8-9], Otro aspecto a señalar es que la modalidad híbrida en la enseñanza ha demostrado una potencial efectividad en comparación con la modalidad presencial ya que mejora el rendimiento académico y la adaptación tecnológica [10].

En este contexto, el objetivo de la presente investigación es potenciar el aprendizaje en el módulo de Planificación y Bases de Diseño para Alcantarillados y Saneamiento, empleando metodología activa híbrida compuesta por ABP y STEM. Para cumplir con este propósito se realiza una secuencia metodológica ordenada, con el uso de herramientas virtuales y software de aplicación. La investigación se divide en cinco secciones: en la primera se realiza la descripción de los objetivos, la importancia del trabajo y una breve introducción, en la segunda sección se describen los materiales y metodología empleada, la tercera sección incluye los resultados, en la cuarta sección se encuentra la discusión de los resultados, y finalmente en la quinta sección se culmina con las conclusiones más relevantes de la investigación.

II. METODOLOGÍA

Esta investigación adoptó un enfoque cuantitativo-descriptivo con diseño cuasiexperimental de dos grupos y medidas en dos periodos académicos. La variable independiente es la metodología activa ABP-STEM

implementada en modalidad híbrida. Las variables dependientes son: la percepción estudiantil (medida a través de escala de Likert de 5 niveles) y el rendimiento académico (calificación final sobre 10 puntos). No se empleó un grupo de control, dado que la totalidad de los estudiantes matriculados en el módulo participó en la intervención pedagógica. El análisis estadístico descriptivo incluye medianas, rango intercuartil y diagramas de caja para comparar el desempeño entre cohortes.

A. Contexto de aplicación

El estudio se llevó a cabo en el módulo de Planificación y Bases de Diseño para Alcantarillados y Saneamiento que es parte de la malla curricular de la Especialización en Ingeniería Civil con Mención en Alcantarillados y Saneamiento de la Universidad Técnica Particular de Loja-Ecuador que se imparte en modalidad híbrida. Para tal efecto se consideran los periodos académicos abril - agosto 2025 y octubre 2025 – febrero 2026. En la Tabla I, consta el número de estudiantes que participaron en los periodos mencionados.

TABLA I
NÚMERO DE ESTUDIANTES EN MÓDULO

Paralelo	Estudiantes módulo de Planificación y base de diseño para alcantarillados y saneamiento		
	Mujeres	Hombres	Total
Periodo académico: abril-agosto 2025			
A	5	28	32
B	10	29	39
Periodo académico: octubre 2025- febrero 2026			
A	3	19	22
B	10	20	30

El total de participantes fue de 123 estudiantes (Tabla I): 71 en el periodo abril–agosto 2025 (32 en paralelo A y 39 en paralelo B) y 52 en el periodo octubre 2025–febrero 2026 (22 en paralelo A y 30 en paralelo B). Del total, el 78% corresponde a participantes de género masculino y el 22% de género femenino. Todos los participantes son profesionales con título de tercer nivel en ingeniería civil o disciplinas afines, en ejercicio laboral activo, lo que aporta al proceso ABP desde la experiencia profesional real.

El curso se desarrolla en modalidad híbrida con una duración de ocho semanas cada periodo académico. La modalidad híbrida combina clases sincrónicas y asincrónicas virtuales con una práctica presencial obligatoria por periodo académico. La escala de calificación se consideró con tres componentes: aprendizaje en contacto con el docente que valorada en (3,5 puntos), aprendizaje autónomo que se valora en (3,5 puntos) y aprendizaje práctico experimental con un puntaje de (3 puntos) sumando un total de 10 puntos. Para el aprendizaje en contacto con el docente se consideraron dos foros temáticos en línea y de manera asíncrona. Como parte del aprendizaje Práctico Experimental se llevó a efecto una práctica presencial en el campus de la Universidad con la temática de Indicadores de Desempeño (ID). En el aprendizaje autónomo, los estudiantes presentaron resultados del proyecto a través de un informe.

En el periodo octubre 2025 – febrero 2026 los grupos de estudiantes crearon un repositorio digital del proyecto.

B. Descripción de la metodología empleada

En el proyecto ejecutado en el módulo de Planificación y Bases de Diseño de Alcantarillados y Saneamiento, se implementó un plan de gestión integral con ID que incluyó la selección de bases de diseño normativo y la aplicación de herramienta hidro-informática de un caso de estudio del entorno. Se realizaron clases y tutorías virtuales sincrónicas durante las ocho semanas del módulo, dentro de las cuales se abordaron las temáticas del plan de asignatura del módulo, se efectuaron dos foros en forma asíncrona, una práctica presencial; actividades que se fundamentaron en el material depositado en el repositorio digital del módulo.

La secuencia que se utilizó para implantar las metodologías ABP-STEM, se evidencia en la Fig. 1:

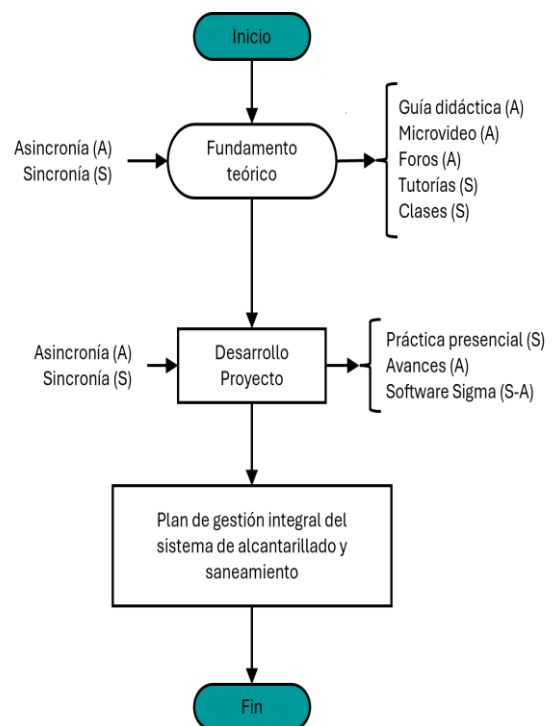


Fig. 1 Secuencia de metodología empleada en este estudio.

Se explica la metodología usada:

- 1) *Se formaron grupos integrados por 3 alumnos.*
- 2) *Todas las semanas se impartió la clase síncrona abordando cada tema del plan de asignatura del módulo y en la clase de tutoría se presentaron avances del proyecto para la retroalimentación respectiva, resolviendo inquietudes respecto del tema de clase y del proyecto.*
- 3) *Se plantearon dos foros asíncronos en línea como parte de las actividades del aprendizaje en contacto con el docente, con temas sobre la importancia de la Infraestructura Sanitaria y el desarrollo, como pilar de salud y progreso, y sobre la función importante que cumple el protocolo de seguridad y prevención de riesgos en proyectos de alcantarillado y saneamiento.*
- 4) *Como parte del aprendizaje práctico experimental se efectuó una práctica grupal presencial en el campus de la*

Universidad, que consistió en la implementación de la matriz de evaluación con ID y en el trabajo con software SIGMA en un caso de estudio específico.

5) *Dentro de las actividades de aprendizaje autónomo*, los grupos de trabajo desarrollaron el plan de gestión integral de un sistema de alcantarillado de su entorno, que comprende los siguientes ítems: selección de un sistema de alcantarillado de una localidad, análisis y evaluación de bases de diseño preliminar del caso de estudio aplicando normativa local e internacional para la evaluación de las variables de diseño del sistema de alcantarillado, formulación del plan de operación y mantenimiento del sistemas de alcantarillado seleccionado y saneamiento seleccionado, diseño de un protocolo para la prevención de riesgos en el caso de estudio, implementación de ID con el uso del software SIGMA, concluyendo con la presentación de un informe con resultados. Otro entregable consistió en la creación de una página web.

La implementación pedagógica integra los principios del ABP y STEM de la siguiente manera. Desde ABP, el proyecto parte de un problema auténtico (gestión de un sistema de alcantarillado real), requiere investigación colaborativa, y culmina en un producto tangible (plan de gestión con ID). Desde STEM, se articulan ciencia (fundamentos hidráulicos e hidrológicos), tecnología (software SIGMA, plataformas digitales, repositorio web),

ingeniería (diseño de protocolos y matrices normativas) y matemáticas (análisis estadístico e indicadores cuantitativos). Esta sinergia entre ABP y STEM en modalidad híbrida potencia tanto las competencias técnicas específicas del módulo como las competencias transversales (trabajo en equipo, comunicación oral/escrita, pensamiento crítico) requeridas en la práctica profesional en saneamiento.

C. Recolección y procesamiento de datos

Se aplicaron encuestas usando escalas de Likert, para determinar el grado de aceptación de los estudiantes con respecto a las actividades realizadas en forma síncrona, asíncrona y presencial durante los dos periodos académicos que se analizan en el módulo. Se contó con las notas de los estudiantes en las diversas actividades planteadas: foros, práctica presencial e informe, informe final del proyecto. Con los resultados de las encuestas se realizaron algunas gráficas que evidencian la percepción de los estudiantes ante la implementación de las metodologías activas ABP-STEM. Se cuenta con el repositorio del trabajo realizado por grupo a través de una página web.

D. Ejecución del Proyecto.-

En la Fig. 2, se observa la secuencia de etapas realizadas para la ejecución del Proyecto en esta investigación.

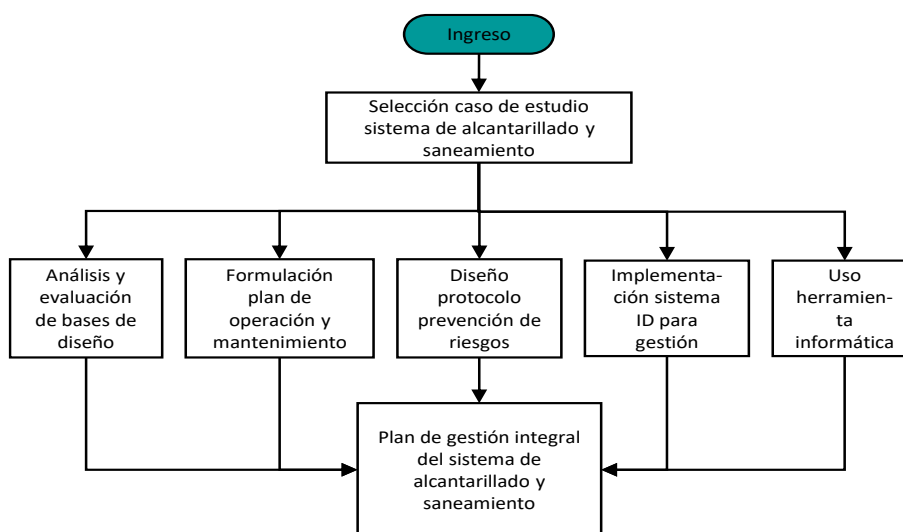


Fig. 2 Etapas del problema a resolver

III. RESULTADOS

Luego de la implementación de la metodología descrita se generaron los siguientes resultados.

La Tabla II presenta las estadísticas descriptivas de las calificaciones finales obtenidas por los 123 estudiantes distribuidos en cuatro paralelos a lo largo de los dos periodos académicos. En términos generales, los resultados evidencian un desempeño satisfactorio y una tendencia de mejora entre cohortes.

En el primer periodo (abril-agosto 2025), los paralelos A y B registraron medianas de 8,4 y 9,0, respectivamente, con un 83,3% de estudiantes que alcanzaron calificaciones

iguales o superiores a 7,5 en ambos grupos. Sin embargo, se observó una dispersión relativamente alta, particularmente en el paralelo A (Desv. Est. = 2,3), lo que refleja una mayor heterogeneidad en el desempeño individual, posiblemente asociada a diferencias en la experiencia previa de los estudiantes o en el proceso de adaptación a la metodología híbrida.

En el segundo periodo (octubre 2025-febrero 2026), los resultados muestran una mejora sostenida tanto en el nivel de las calificaciones como en su homogeneidad. Las medianas aumentaron a 8,3 y 9,4 para los paralelos A y B, respectivamente, mientras que la dispersión se redujo de forma notable: la desviación estándar del paralelo A

disminuyó de 2,3 a 0,4, y la del paralelo B de 1,5 a 1,0. Esta reducción se confirma también en los rangos intercuartílicos (RIQ), que se contrajeron de 1,08 y 1,57 en el primer periodo a 0,47 y 0,62 en el segundo. El porcentaje de estudiantes con calificación igual o superior a 7,5 se incrementó al 95,2% y 93,3% en los paralelos A y B, respectivamente.

TABLA II
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE CALIFICACIONES FINALES

Periodo	Paralelo	n	Media	Mediana	Desv. Est.	RIQ(Q1-Q3)	% $\geq 7,5$
Abr–Ago 2025	A	32	7,9	8,4	2,3	1,08 (8,1-9,2)	83,3
Abr–Ago 2025	B	39	8,6	9,0	1,5	1,57 (8,1-9,7)	83,3
Oct 2025–Feb 2026	A	22	8,3	8,3	0,4	0,47 (8,1-8,5)	95,2
Oct 2025–Feb 2026	B	30	9,1	9,4	1,0	0,62 (9,0-9,6)	93,3

A. Percepción de estudiantes

En la Fig. 3 y la Fig. 4 se evidencia la percepción de los estudiantes referente a las actividades realizadas en contacto con el docente y el material empleado en el módulo respectivamente.

Para la ejecución del proyecto se emplean los materiales:

- 1) Normas de diseño nacionales e internacionales
- 2) Guías del módulo que aborda cada tema del módulo.
- 3) Software SIGMA de acceso libre que se basa en el sistema de Indicadores de Desempeño de International Water Association (IWA) [11].
- 4) Plataforma zoom
- 5) Página web creada (Google sites)

Estoy satisfecho con las actividades realizadas en contacto con el docente

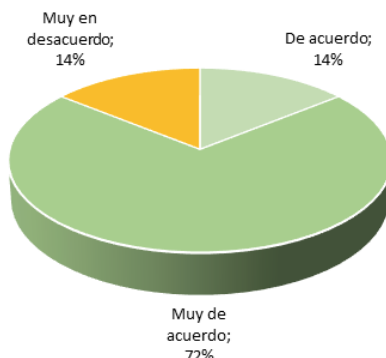


Fig. 3 Percepción estudiantes actividades en contacto con docente

Estoy satisfecho con el material de trabajo proporcionado en las temáticas del módulo

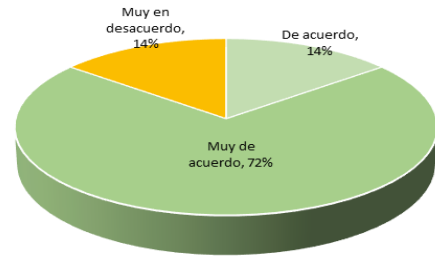


Fig. 4 Percepción estudiantes sobre material del módulo

B. Calificaciones finales del módulo

La Fig. 5 muestra las notas finales y promedios del módulo de Planificación y Bases de diseño en alcantarillados y saneamiento de los periodos académicos: abril 2025 - agosto 2025 y octubre 2025 - febrero 2026.

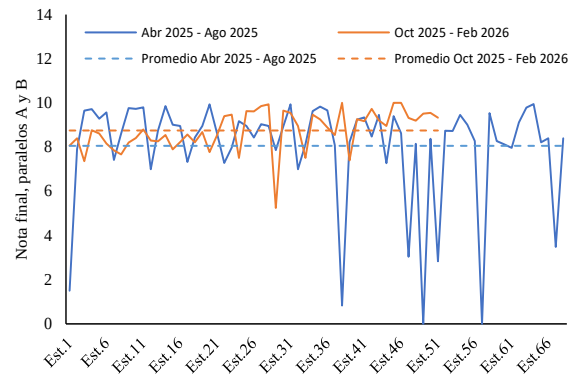


Fig. 5 Notas finales y promedios de los dos periodos académicos

En la Fig. 6 se observa el diagrama de cajas (boxplot), que corresponde a las notas finales obtenidas por los estudiantes de los paralelos A y B, en los dos periodos académicos analizados.

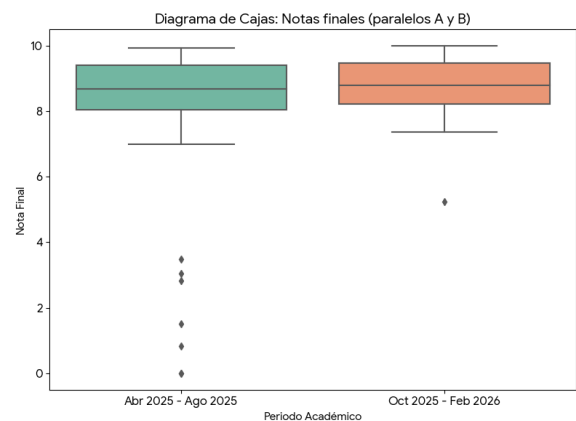


Fig. 6 Diagrama de cajas de las notas finales de estudiantes en los dos periodos académicos

C. Creación página web

Se creó la página web que integra los productos académicos generados (informes, modelos, matrices, videos, etc.), facilitando la visibilidad del proceso formativo, el intercambio de buenas prácticas y la retroalimentación entre docentes, estudiantes, y actores externos. La Fig. 7 evidencia una captura del repositorio digital con resultados del proyecto de todos los grupos de estudiantes. El enlace en donde es posible visualizar la página web: <https://sites.google.com/view/gestinintegralconid/p%C3%A1gina-principal?authuser=0>



Fig. 7 Captura página web con resultados del proyecto

D. Análisis comparativo entre los componentes ABP y STEM

Para valorar la contribución diferenciada de cada componente de la metodología integrada ABP-STEM, se analizaron las calificaciones parciales obtenidas en las actividades diseñadas específicamente para cada enfoque. Las actividades de enfoque ABP (informes grupales del proyecto, avances de tutoría y presentación final) representan el componente de aprendizaje autónomo y práctico experimental (6,5/10 pts. del total). Las actividades de enfoque STEM (foros asíncronos temáticos, práctica presencial con software SIGMA y aplicación de normativa) representan el componente de contacto con el docente y experimental (3,5/10 pts. del total).

En promedio, los estudiantes obtuvieron puntajes más homogéneos en las actividades STEM (menor dispersión) que en las ABP (mayor variabilidad asociada al compromiso y la capacidad de autogestión). Estos hallazgos sugieren que ABP representa un mayor reto para estudiantes con baja capacidad de autogestión, mientras que STEM, al estar más estructurado y guiado, genera resultados más uniformes.

IV. DISCUSIÓN

Analizando los resultados obtenidos durante los dos periodos académicos (2024 y 2025), se puntualiza lo siguiente:

1. Se evidencia en la Fig. 3, que para el 86% de los estudiantes, las actividades realizadas en forma síncrona y virtual, las actividades práctico experimentales en los

periodos académicos estudiados han sido valorados positivamente, por tanto, las actividades planificadas con el docente dentro de las metodologías ABP-STEM fueron importantes para mantener la motivación en los estudiantes y para solventar dudas en el desarrollo del proyecto. Existe un 14% de estudiantes que está en “muy desacuerdo”, se intuye que los estudiantes que se encuentran en este grupo, por situaciones varias (metodológicas, horarios, o aprendizaje) no ha sido posible aprovechar este espacio de tutoría. En la Fig. 4 se muestra igualmente que el 86% de los estudiantes mantienen una percepción positiva ante la consulta sobre el material entregado en el módulo, se confirma que la guía empleada, normativas, casos de estudio, han constituido un material de soporte importante para la ejecución del proyecto. El 14% de estudiantes se encuentra insatisfecho lo que se interpreta posiblemente como una desconexión con la metodología del curso, otra causa presumible es que los estudiantes de este grupo carecen de bases matemáticas o conceptuales, lo que dificulta el aprendizaje.

2. En cuanto a las notas obtenidas por los estudiantes se observa en la Fig. 5 la tendencia general del grupo de estudiantes en el periodo abril-agosto 2025 (línea azul), se observan picos altos que alcanzan la nota de 10 y caídas drásticas llegando hasta la nota cero, razón por la cual la línea de promedio del periodo (punteada azul) tiende hacia abajo. Mientras en el periodo octubre 2025-febrero 2026 (línea naranja) la línea se mantiene en una franja superior, con una sola caída. La línea de promedio (punteada naranja) es superior. La Fig. 6 muestra el diagrama de cajas (boxplot) de las notas finales, se observa en el periodo abril-agosto 2025 que la mediana se sitúa aproximadamente en 8,7 y que en el periodo octubre 2025 – febrero 2026 la mediana experimenta un ligero incremento alcanzando un valor de 8,8. Se interpreta que el rendimiento de un estudiante tipo, es muy similar y positivo (cercano al 9/10). Las estrategias y metodología implementadas funcionan muy bien en ambas cohortes.

En el periodo abril-agosto 2025 (verde) la dispersión es muy alta, el rango Inter cuartil se sitúa entre 8,0 a 9,5, la desviación estándar estimada es alta mayor a 2, se observa que las notas finales de la mayoría de los estudiantes se encuentran dentro de la caja, existen gran cantidad de notas bajas (valores atípicos desde 0 a 3,5) que influyen en la desviación fuerte hacia arriba, estas notas corresponden a estudiantes retirados y reprobados. En el periodo octubre 2025- febrero 2026 (naranja) la dispersión es baja y controlada, el rango Inter cuartil se sitúa entre 8,2 a 9,5, la desviación estándar es menor a 1, los datos se agrupan fuertemente alrededor de la media y la mediana, solo un estudiante se ha retirado.

En la primera cohorte se evidencia alta heterogeneidad, un bloque domina los contenidos (notas de 8 a 10) y existe otro bloque rezagado (notas menores a 4, estudiantes que se retiraron y reprobados), en la segunda cohorte, existe alta homogeneidad, el grupo es compacto y uniforme, la gran mayoría de estudiantes alcanzó competencias similares y superó los 7,5 puntos (un solo estudiante se retiró del módulo). Se observa que la tendencia de resultados en notas, se mejora en el periodo (octubre 2025 – febrero 2026). Se

deduce, por tanto, que la metodología implementada en los dos periodos académicos ha tenido un gran impacto positivo en la adquisición de competencias de la temática impartida en el módulo. Será necesario considerar para los estudiantes que se ubicaron en el rango de rendimiento bajo o nulo, estrategias que permitan descartar la deserción.

Es importante destacar que la causa de mayor homogeneidad del periodo octubre 2025 – febrero 2026, podría deberse al menor número de estudiantes, que facilitará la atención personalizada, la retroalimentación oportuna y tutorías significativas para el desarrollo del proyecto.

3. Los resultados son coherentes con la literatura sobre metodologías activas en ingeniería. La percepción positiva del 86% de los estudiantes refuerza los hallazgos de Oller et al. [7], quienes reportaron desarrollo exitoso de competencias transversales mediante ABP en Ingeniería Civil, y de Miller-Zavala et al. [6], quienes destacan la motivación como factor clave en modelos de enseñanza activa en educación superior. La mejora en la homogeneidad de calificaciones entre la primera y la segunda cohorte (reducción de σ de $>2,0$ a $<1,0$) coincide con la efectividad de la modalidad híbrida documentada por Garizurieta y Gazca [10], quienes reportan mejoras en rendimiento académico y adaptación tecnológica. Sin embargo, los resultados difieren parcialmente: a diferencia de estudios con grupos de control, este trabajo no permite atribuir causalmente la mejora exclusivamente a la metodología, dado el posible efecto del menor tamaño de la segunda cohorte (52 vs 71 estudiantes). Esta limitación, junto a la ausencia de un grupo control y la restricción a un único programa institucional, debe considerarse al generalizar los hallazgos.

V. CONCLUSIONES

En esta investigación se expuso la implementación de metodologías activas ABP y STEM en el módulo de Planificación y Bases de diseño para Alcantarillados y Saneamiento, y luego de aplicar el proceso metodológico indicado se concluye que es posible lograr un aprendizaje dinámico, colaborativo y significativo para cumplir con el desarrollo del Proyecto y el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje planteados en el módulo.

Los resultados demuestran que empleando estas metodologías activas y consolidando las estrategias pedagógicas, los estudiantes adquirieron las competencias declaradas en el módulo de Planificación y Bases de diseño para Alcantarillados y Saneamiento. Se evidencia, además, que las metodologías implantadas en este estudio, fueron eficaces en esta modalidad de estudio híbrida desarrollada en posgrado. La implementación pedagógica descrita muestra la percepción favorable de la gran mayoría de estudiantes.

La investigación presenta algunas limitaciones ya que existieron deserciones y reprobaciones en los dos paralelos A y B en los periodos académicos analizados, originando resultados de las variables estadísticas como la desviación estándar a la baja en especial en uno de los periodos. Sin embargo, se obtienen resultados que permiten contar con hallazgos importantes a la hora de implementar estas metodologías activas en carreras técnicas. Será necesario

realizar algunos ajustes en su implementación y continuar fortaleciendo el aprendizaje en posgrado con estas metodologías activas para objeto de comparación.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

El trabajo que se ha expuesto se ha desarrollado como parte de la convocatoria de proyectos de Innovación Docente del Vicerrectorado Académico de la Universidad Técnica Particular de Loja.

REFERENCIAS

- [1] S. Redhu and P. Jain, "Unveiling the nexus between water scarcity and socioeconomic development in the water-scarce countries," *Environment, Development and Sustainability*, vol. 26, pp. 19557–19577, 2024, doi: 10.1007/s10668-023-03425-4.
- [2] H. A. Moreno, "Desigualdades en el servicio de saneamiento en Latinoamérica: Iniciativa de Saneamiento Óptimo del BID," Banco Interamericano de Desarrollo, 2021. [Online]. Available: <https://aloas.org/institucional/Documents/UN-BID%20WOP%20LAC-May%202021.pdf>
- [3] Organización Mundial de la Salud and Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, "Nota orientativa para facilitar la consulta nacional sobre las estimaciones del Programa Conjunto de Monitoreo con relación al agua para consumo, el saneamiento y la higiene en los hogares," 2022. [Online]. Available: <https://washdata.org/report/jmp-2022-households-country-consultation-es>
- [4] Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, "Innovación educativa en entornos virtuales: Más allá de la tecnología," *Ciencia Latina*, vol. 6, no. 2, pp. 1–15, 2022. [Online]. Available: <https://ciencialatina.org>
- [5] M. J. Alonso-Nuez, A. I. Gil-Lacruz, and J. Rosell-Martínez, "Pass or good grades: Direct and mediated effects of a teaching method," *International Journal of Management Education*, vol. 22, no. 1, 2024, doi: 10.1016/j.ijme.2024.100937.
- [6] J. H. Miller-Zavala, I. C. Orejuela-Mendoza, V. Ponce-Zavala, and G. A. Cañarte-Baque, "Modelos de Enseñanza Activa en la Educación Superior para la Ingeniería Civil," *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, vol. 7, no. 14, pp. 147-165, 2024.
- [7] E. Oller, M. Peña, and N. Olmedo-Torre, "Effectiveness of project-based learning in a reinforced concrete course of civil engineering," *Journal of Technology and Science Education*, vol. 14, no. 2, p. 324, 2024.
- [8] C. Yata, T. Ohtani, and M. Isobe, "Conceptual framework of STEM based on Japanese subject principles," *International Journal of STEM Education*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.1186/s40594-020-00205-8.
- [9] A. U. Etukakpan, M. G. Waldhuber, K. K. Janke, A. K. Netere, T. Angelo, and P. J. White, "Core concept identification in STEM and related domain education: a scoping review of rationales, methods, and outputs," *Frontiers in Education*, vol. 10, 2025, doi: 10.3389/feduc.2025.1547994.
- [10] J. Garizurieta Bernabe and L. A. Gazca Herrera, "Estudio comparativo de modelos pedagógicos de aprendizajes híbrido y presencial," *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 15, no. 29, pp. 714–734, 2024, doi: 10.23913/ride.v15i29.2054.
- [11] ITA - Universitat Politècnica de València, "Sigma. Gestión de rendimiento para los abastecimientos de agua", *SIGMA*, 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.sigmalite.com/sigma-es.php>. [Accedido: 25-feb.-2026].