

**Innovative Teaching Strategies in Hydrology Education:
Application of Flipped Classroom and Problem-Based Learning
in Civil Engineering Training in Cuba, Peru, and Mozambique.**

**Estrategias didácticas innovadoras en la enseñanza de la
hidrología: aplicación del aula invertida y del aprendizaje
basado en problemas en la formación de ingenieros civiles
en Cuba, Perú y Mozambique**

Para citar este trabajo:

Gavilanes Rodríguez, G. M. . (2024). Estrategias didácticas innovadoras en la enseñanza de la hidrología: aplicación del aula invertida y del aprendizaje basado en problemas en la formación de ingenieros civiles en Cuba, Perú y Mozambique. Aurum Académico Multidisciplinary Journal En Educación, 2(2), 1-15.
https://estrellaediciones.com/index.php/aurum_academico/article/view/68

Autores:

Gloria Mónica Gavilanes Rodríguez

Universidad Internacional del Ecuador

Quito - Ecuador

monica.decuasapaz@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-1174-4248>

Autor de Correspondencia: Gloria Mónica Gavilanes Rodríguez,

monica.decuasapaz@hotmail.com

RECIBIDO: 01-Agosto-2024

ACEPTADO: 15-Agosto-2024

PUBLICADO 31-Agosto-2024

Resumen

En el presente estudio se desarrolla un modelo pedagógico innovador que integra el aula invertida (Flipped Classroom, FC) y el aprendizaje basado en problemas (Problem-Based Learning, PBL) para optimizar la enseñanza de la hidrología en programas de ingeniería civil. La investigación, de enfoque aplicado y diseño cuasi experimental, se llevó a cabo durante un período de diez años en tres universidades: una pública en Cuba (UC), una privada en Perú (UP) y otra pública en Mozambique (UM). La aplicación del modelo FC-PBL evidenció confiabilidad y validez en el instrumento de medición, y las pruebas de normalidad indicaron diferencias estadísticamente significativas en comparación con el enfoque tradicional. Los resultados reflejaron un mayor nivel de satisfacción estudiantil, así como una mejora en el desarrollo de habilidades genéricas y en el grado de aprendizaje alcanzado, con porcentajes de 89,92 % en UP, 80,12 % en UC y 46,14 % en UM. Se concluye que el modelo pedagógico FC-PBL representa una estrategia didáctica con alto potencial para fortalecer la formación de ingenieros civiles en el contexto de la educación superior del siglo XXI.

Palabras clave: Aula invertida; Aprendizaje basado en problemas; Hidrología; Ingeniería civil; Innovación pedagógica.

Abstract

This study develops an innovative pedagogical model that integrates Flipped Classroom (FC) and Problem-Based Learning (PBL) to optimise the teaching of hydrology in civil engineering programmes. The research, which adopts an applied approach and a quasi-experimental design, was conducted over a period of ten years at three universities: a public one in Cuba (UC), a private one in Peru (UP), and another public institution in Mozambique (UM). The application of the FC-PBL model demonstrated reliability and validity in the measurement instrument, and normality tests revealed statistically significant differences compared to the traditional approach. The results reflected a higher level of student satisfaction, as well as improvements in the development of generic skills and the degree of learning achieved, with percentages of 89.92% at UP, 80.12% at UC, and 46.14% at UM. It is concluded that the FC-PBL pedagogical model represents a teaching strategy with great potential to strengthen the training of civil engineers within the context of 21st-century higher education.

Keywords: Flipped Classroom; Problem-Based Learning; Hydrology; Civil Engineering; Pedagogical Innovation.

1. Introducción

La educación superior del siglo XXI enfrenta desafíos significativos relacionados con las prácticas pedagógicas tradicionales y la incorporación efectiva de nuevas tecnologías. No obstante, según Tunji et al. (2021), el estilo de enseñanza continúa siendo el factor determinante que más influye en el aprendizaje de los estudiantes. En este contexto, resulta imperativo que las instituciones universitarias promuevan enfoques pedagógicos innovadores, capaces de responder a los cambios sociales emergentes y anticipar los desafíos derivados de las necesidades globales Maureira et al. (2020) Sukacké et al. (2022). Un ejemplo claro se encuentra en la enseñanza de la hidrología dentro de la carrera de ingeniería civil, donde los futuros profesionales deben ser capaces de estimar caudales máximos provocados por fenómenos meteorológicos extremos, a fin de diseñar infraestructuras hidráulicas sostenibles Sukacké et al. (2022). Por tanto, es fundamental proveerles métodos de enseñanza y aprendizaje que sean tanto motivadores como integradores, orientados al desarrollo de competencias clave para su ejercicio profesional.

En esta línea, la Junta de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (ABET) destaca, como señalan Pejcinovic (2019) y Suárez et al. (2021), la importancia de fomentar competencias esenciales que impulsen la mejora continua de la calidad educativa, tales como la habilidad para comunicarse de manera efectiva y la capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos mediante estrategias de aprendizaje autónomo.

Las competencias que caracterizan al estudiante universitario del siglo XXI son amplias y complejas, abarcando dimensiones digitales, cognitivas avanzadas, ejecutivas y socioemocionales, como señalan Mateo et al. (2022). En ese sentido, universidades en países como Suecia priorizan la contratación de docentes con formación pedagógica específica en las disciplinas que imparten, lo cual, de acuerdo con Măță et al. (2011) y también Ryegård et al. (2010), contribuye significativamente a mejorar la calidad de la enseñanza.

En América Latina, aunque en varios países se ha adoptado positivamente la incorporación de habilidades del siglo XXI como eje de los programas curriculares, Mateo et al. (2022) advierten que esta propuesta ha encontrado resistencia en contextos como Argentina, Uruguay, Paraguay y Perú.

El enfoque de enseñanza centrado en el estudiante, particularmente el aprendizaje basado en problemas (PBL), se ha consolidado como una de las metodologías más diversificadas en Estados Unidos; Dochy et al. (2003) explican que su origen se remonta a deficiencias en la enseñanza médica tradicional en Canadá.

Diversas investigaciones en otras disciplinas han demostrado resultados empíricos que respaldan la eficacia del PBL en el desarrollo de habilidades sostenibles; entre ellas se encuentran los trabajos de Beer et al. (2020), Carrió et al. (2022), así como Carrió et al. (2022). Cuando se implementa de forma adecuada, el PBL permite fortalecer múltiples competencias vinculadas al desempeño profesional, como lo plantean Gorghiu et al. (2015).

Por otra parte, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) favorecen la incorporación de modelos de aprendizaje más dinámicos y flexibles en el entorno universitario, entre ellos el aula invertida, que, según Al, Shamsuddin y Alzahrani (2020), junto con Bergmann et al. (2012) y Del Río-Gamero et al. (2022), constituye una estrategia que integra entornos de aprendizaje diversos con un fuerte componente tecnológico. No obstante, tanto el enfoque de aula invertida (FC) como el de aprendizaje basado en problemas (PBL) presentan retos importantes debido al alto requerimiento de recursos digitales y tecnológicos para su correcta implementación.

En el contexto cubano, se identifican limitadas investigaciones relacionadas con el aula invertida (FC) y el aprendizaje basado en problemas (PBL), las cuales se centran principalmente en el diseño curricular de la carrera de medicina, como lo evidencian los estudios de Alemán et al. (2008), así como Sarmiento et al. (2022). Una de las posibles razones de esta escasez se atribuye al rezago en los procesos de digitalización en comparación con otros países en desarrollo, según plantea Maloney (2021). No obstante, en algunas carreras de ingeniería se han impulsado estrategias como los proyectos integradores, los cuales, de acuerdo con Rivero et al. (2017), junto con Sociedad, Pimentel et al. (2019) y Zúñiga et al. (2021), promueven la interdisciplinariedad e integran la investigación científica y tecnológica.

En el caso del Perú, se dispone de evidencia empírica sobre la aplicación del PBL y el FC en diversos contextos universitarios. Por ejemplo, Chiyón et al. (2011), Baudin et al. (2022) y Serrano et al. (2023) han documentado experiencias exitosas. Vásquez et al. (2023) encontraron que, tras implementar el aula invertida, el 70 % de los estudiantes mejoró su nivel de aprendizaje dentro de la experiencia curricular. Asimismo, Del-Savio et al. (2023) evidencian que la ejecución del

PBL en el curso de diseño y construcción virtual en ingeniería civil en la Universidad de Lima produjo mejoras del 6.13 % en el desarrollo de competencias, del 7.15 % en el nivel de aprendizaje y del 3.44 % en el tratamiento de proyectos.

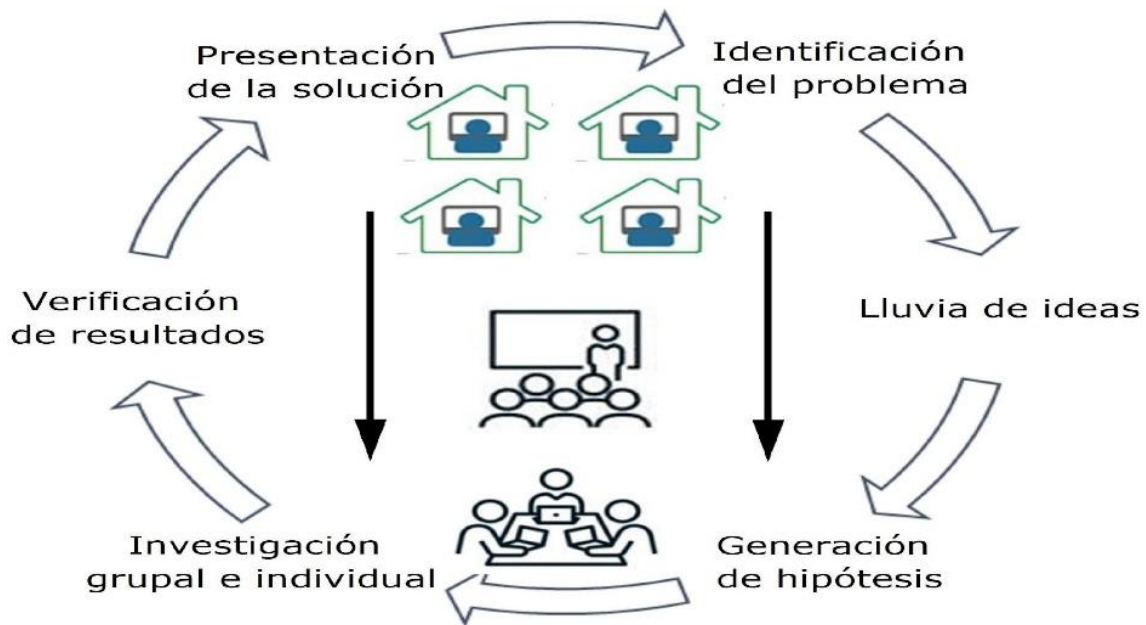
En Mozambique, el proceso de transición hacia aulas digitales enfrenta serios desafíos debido a las condiciones económicas y sociales de la población. Rhongo et al. (2022) destacan que, a pesar de los esfuerzos institucionales, persisten limitaciones significativas en el acceso a recursos tecnológicos y a la conectividad. Por su parte, Mendonça et al. (2012), así como Campira et al. (2021), subrayan que la infraestructura deficiente y la diversidad sociocultural representan obstáculos adicionales para la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, se reconocen actitudes institucionales positivas hacia la incorporación de estrategias didácticas innovadoras.

En este marco, la presente investigación tiene como propósito desarrollar un modelo pedagógico basado en el aula invertida (FC) y el aprendizaje basado en problemas (PBL) para optimizar la enseñanza de la hidrología en estudiantes de ingeniería de universidades ubicadas en Cuba, Perú y Mozambique.

2. Metodología

Se presentó una representación esquemática del modelo FC-PBL. En primer lugar, los estudiantes realizaron el autoestudio de conceptos, teorías y procesos relevantes utilizando los materiales disponibles en el aula digital desde sus hogares. Luego, en el aula, el docente dedicó más tiempo a la aplicación del PBL basado en problemas reales de la sociedad. En una tercera etapa, los conocimientos adquiridos se expandieron a través del desarrollo de proyectos de investigación enfocados en esos problemas. A lo largo de todo el proceso, se siguió una secuencia que abarcó desde la identificación del problema hasta la presentación de su solución.

Figura 1
Modelo pedagógico FC-PBL.



La investigación, debido a su naturaleza y propósito, adoptó un enfoque cuantitativo, lo que facilitó la descripción, procesamiento y explicación de fenómenos a partir de datos numéricos Hernández et al. (2014). Se empleó un diseño cuasi experimental, que implicó una manipulación controlada de las variables independientes (FC y PBL) con el fin de observar su impacto en las variables dependientes, como las habilidades genéricas y la influencia en el aprendizaje.

En la implementación del modelo pedagógico, no se realizó una selección específica de estudiantes ni una asignación aleatoria; la totalidad de los estudiantes inscritos en el curso de hidrología participó en el estudio. Como resultado, se formaron tres grupos experimentales correspondientes a universidades de diferentes países: UC para Cuba, UP para Perú y UM para Mozambique.

Se utilizó una encuesta digital como herramienta para recopilar datos, con el objetivo de explorar las percepciones de los estudiantes respecto al impacto del modelo pedagógico en el desarrollo de habilidades genéricas y en el proceso de aprendizaje.

La primera parte de la encuesta evaluó las percepciones de los estudiantes sobre el modelo tradicional y el nuevo enfoque pedagógico, con un énfasis particular en las habilidades genéricas. Se dividieron en tres categorías: relaciones interpersonales y trabajo en equipo (RITG), autonomía y desarrollo personal (ADP), y habilidades relacionadas con valores (CRV). En la segunda parte, la encuesta indagó sobre la percepción de los estudiantes respecto al modelo pedagógico FC y PBL, con énfasis en las mejoras observadas en el aula, en el laboratorio y en los proyectos o prácticas de campo.

Finalmente, el modelo pedagógico FC y PBL fue implementado en estudiantes de universidades tanto públicas como privadas (UC y UM en el ámbito público; UP en el privado). La duración del estudio abarcó un periodo de 10 años, equivalente a 20 ciclos, con la participación de seis docentes y dos colaboradores.

Análisis y verificación del instrumento

Se utilizó el coeficiente alfa de Cronbach para evaluar la confiabilidad del instrumento, aplicando un rango jerárquico según lo propuesto por Taber (2018). Para determinar la validez del instrumento, se empleó el índice de validez de contenido (CVI), conforme a los métodos de Albaum (1997) y Lawshe (1975). Adicionalmente, se adoptó una escala Likert con cinco niveles de clasificación, desde muy insatisfecho hasta muy satisfecho.

La investigación se desarrolló con un margen de error del 2 %, un nivel de confianza del 95 % y una probabilidad del 5 %. La muestra se estimó en base a los estudiantes que completaron el curso de hidrología. Para el análisis estadístico, se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y Spearman utilizando el software IBM SPSS Statistics, versión 24.

3. Resultados

A lo largo del periodo de investigación, las universidades registraron una matrícula de 1,986 estudiantes, lo que correspondió a la población de estudio. Esto dio lugar a una muestra que representó el 95.16 %, 92.93 % y 92.03 % de la población en la universidad de Cuba (UC), en la universidad de Perú y en la universidad de Mozambique (UM), respectivamente.

Los resultados del coeficiente alfa de Cronbach para cada variable dependiente y sus parámetros indicaron que la encuesta era confiable, con un rango jerárquico entre 0.7 y 0.8, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1
Confiabilidad del Alfa de Cronbach

Variable	Parámetro	Alfa de Cronbach
Relaciones interpersonales y trabajo grupal	RITG	0.806
Autonomía y desarrollo personal	ADP	0.856
Habilidades relativas a los valores	HRV	0.768
Aprendizaje	Grado de mejora en el salón de clase	0.846
	Grado de mejora en el laboratorio	0.791
	Grado de mejora en el desarrollo de proyectos	0.874

Nota. La tabla muestra los valores del alfa de Cronbach para diversas variables relacionadas con el desarrollo de habilidades genéricas y el grado de mejora en el aprendizaje de los estudiantes. Estos valores indican la confiabilidad de los instrumentos utilizados en la investigación, con un rango que varía entre 0.768 y 0.874, lo que sugiere un nivel adecuado de consistencia interna en las mediciones.

Los resultados de las pruebas de normalidad se presentan en la Tabla 2. De acuerdo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se observó una distribución no normal, ya que el valor p fue inferior a 0.05. Por lo tanto, se empleó la prueba no paramétrica de Spearman, la cual mostró un nivel de significancia de 0.000, menor a 0.05, lo que indicó que el nuevo modelo pedagógico tuvo un efecto significativo en la mejora del aprendizaje de los estudiantes en las tres universidades.

Tabla 2
Resultados de las pruebas de normalidad y correlación de las variables

Método	Universidad	Kolmogorov-Smirnov Estadístico	gl	Sig.	Prueba Spearman
Tradicional	UC	0.457	452	0.000	0.23
FC-PBL	UC	0.457	452	0.000	
Tradicional	UP	0.448	658	0.000	0.25
FC-PBL	UP	0.448	658	0.000	
Tradicional	UM	0.413	739	0.000	0.46
FC-PBL	UM	0.413	739	0.000	

Nota. Se presentan los resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Spearman para los métodos tradicionales y FC-PBL en tres universidades (UC, UP y UM). Los valores obtenidos en la prueba de normalidad indican que los datos no siguen una distribución normal, por lo que se aplicó la prueba de correlación de Spearman para evaluar la relación entre las variables. Los valores de significancia muestran un impacto significativo del modelo pedagógico en el aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, el índice de validez de contenido reflejó un nivel de aceptación del nuevo modelo pedagógico FC-PBL en comparación con el método tradicional, con valores que oscilaron entre 0.14 y 0.72.

Los resultados de la encuesta sobre el desarrollo de habilidades genéricas se presentan en las figuras correspondientes. En términos generales, los estudiantes señalaron que el modelo pedagógico FC-PBL favoreció el desarrollo de habilidades genéricas en comparación con el enfoque tradicional. No obstante, en la universidad de Mozambique (UM) se observó una proporción significativa de estudiantes que no estaban completamente satisfechos con el modelo.

Figura 2

Percepción de los estudiantes de la universidad en Cuba.

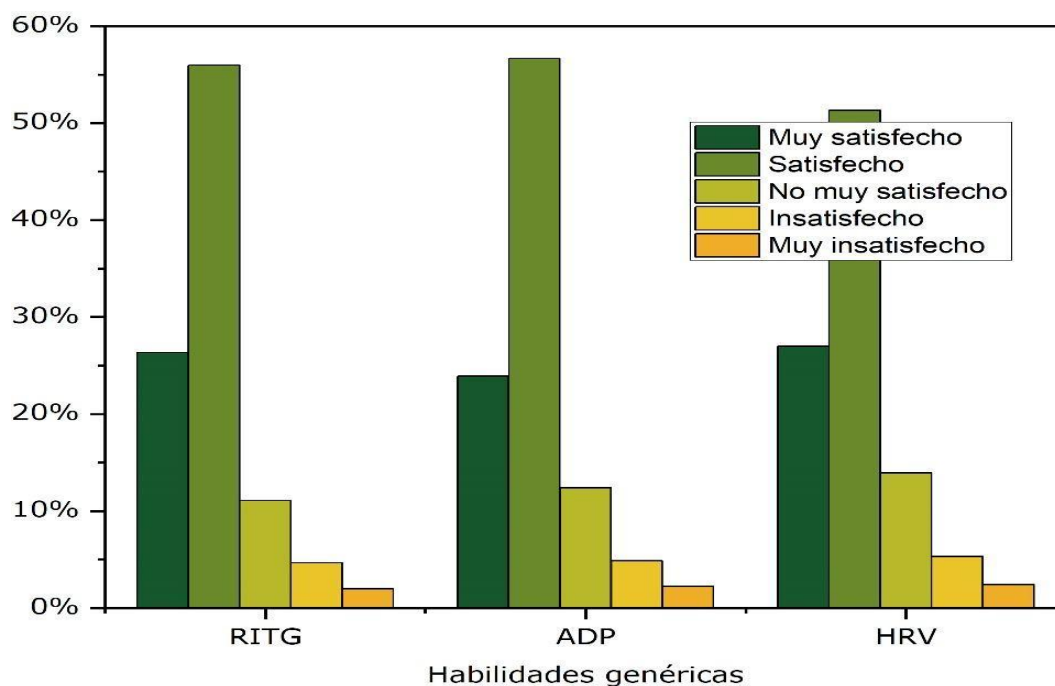


Figura 3

Valoración de los estudiantes de la universidad en Perú.

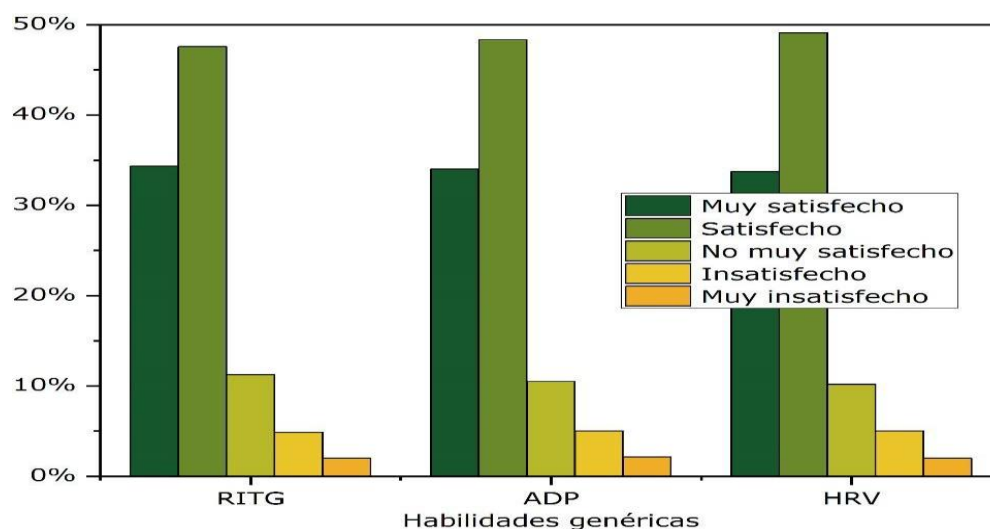
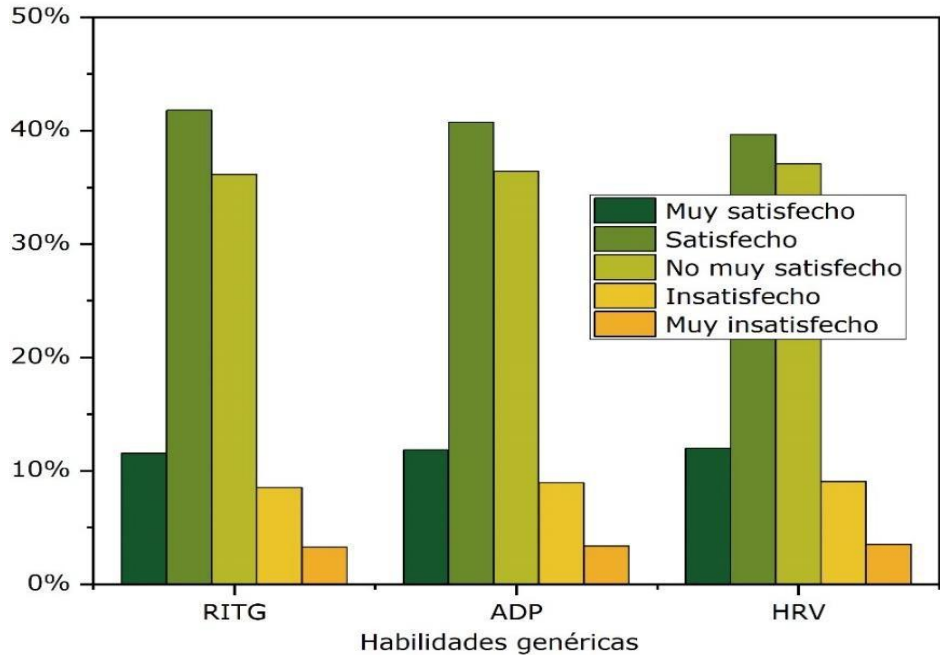


Figura 4
Perspectiva de los estudiantes de la universidad en Mozambique.



Los resultados sobre el nivel de mejora en el aprendizaje se presentan en las Figuras 5, 6 y 7. Se observó una mejora significativa en el aprendizaje de los estudiantes en la UC y UP; sin embargo, en la UM, los niveles de satisfacción fueron más bajos en los tres ámbitos evaluados.

Figura 5
Nivel de avance en el aula.

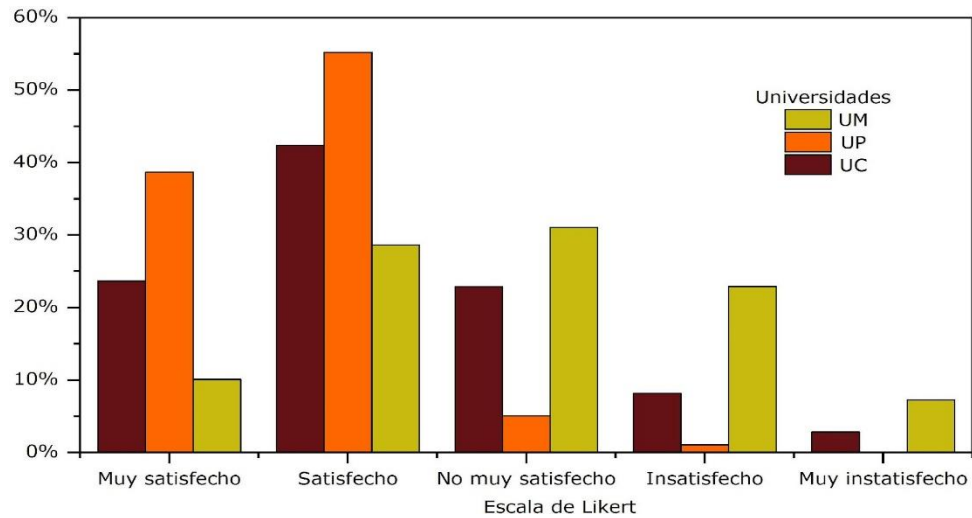


Figura 6

Nivel de progreso en el laboratorio.

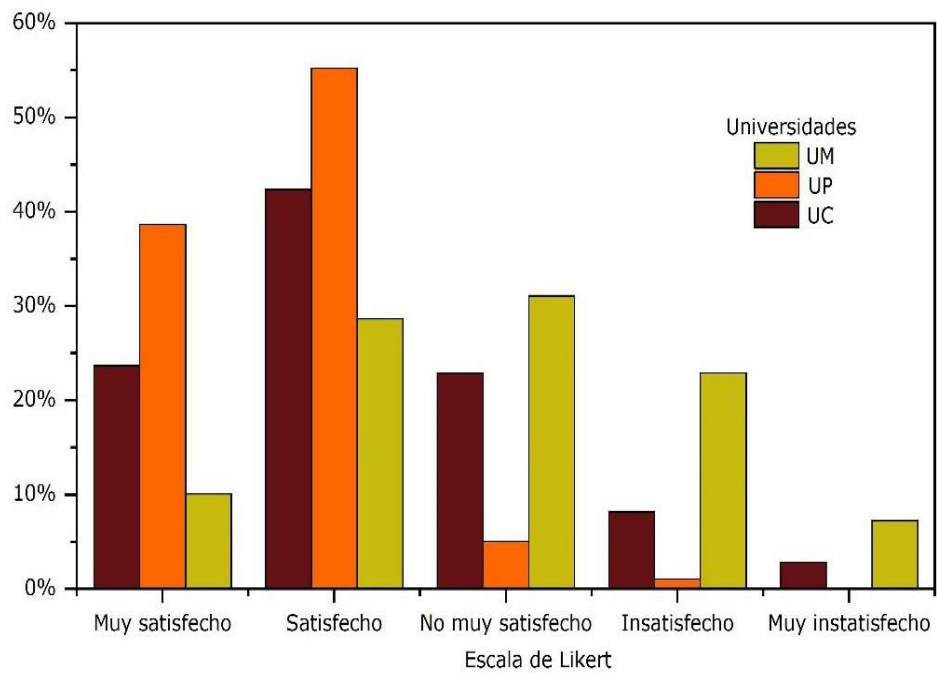
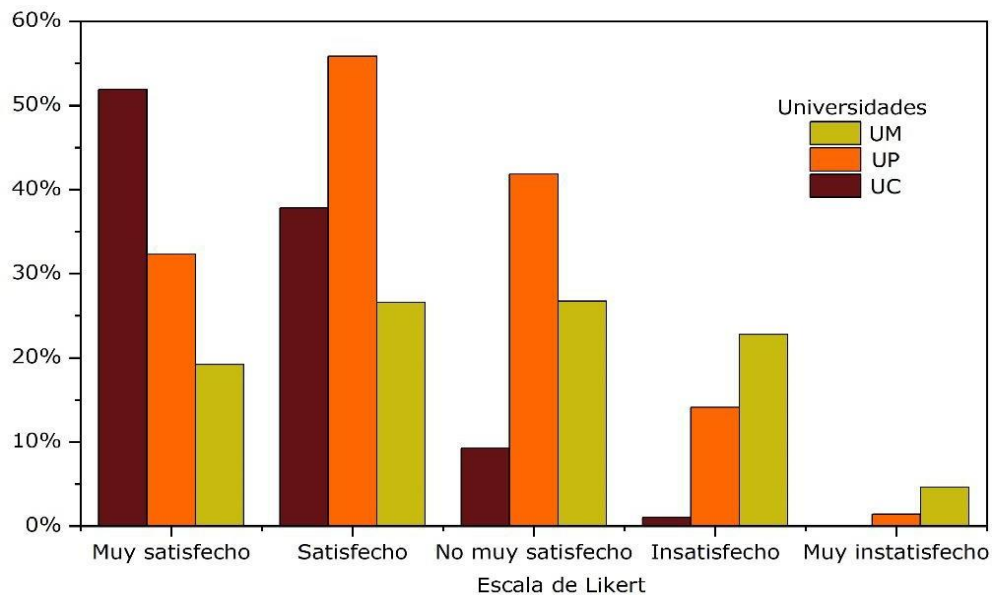


Figura 7

Nivel de avance en el desarrollo del proyecto.



4. Discusión

El instrumento, elaborado con base en el análisis del alfa de Cronbach, presenta una alta confiabilidad y es aceptable, mientras que los valores del rango jerárquico, según la clasificación de Taber (2018), resultan apropiados para su implementación. De este modo, el instrumento permitió medir las variables dependientes de manera precisa y eficaz.

El nuevo modelo pedagógico FC-PBL, comparado con el método tradicional, reveló diferencias significativas, lo que llevó a la aceptación de la hipótesis alternativa (H1) y al rechazo de la hipótesis nula (H0). Además, se comprobó estadísticamente que el método pedagógico FC-PBL tiene un impacto en el aprendizaje de los estudiantes en el curso de hidrología. El coeficiente de correlación de la prueba de Spearman en UC y UP fue de 0.23 y 0.25, lo que, según Hernández et al. (2014), indica una correlación positiva débil. Sin embargo, en la UM, el coeficiente de correlación fue de 0.46, más cercano a 0.5, lo cual se clasifica como una correlación positiva media. Esto sugiere que los estudiantes tienen una apreciación limitada sobre las diferencias entre las metodologías y su impacto en el aprendizaje, lo que podría estar relacionado con diversas causas, como indican Mendonça et al. (2012) y Campira et al. (2021).

Los resultados de la encuesta aplicada sobre las habilidades genéricas revelaron que los estudiantes de la UC y UP alcanzaron un mejor desempeño en cuanto al modelo FC-PBL propuesto. La mayoría se mostró muy satisfecha o satisfecha, con un porcentaje cercano al 82%, mientras que en la UM el porcentaje fue de solo 53.05%, mostrando debilidades en el desarrollo de las habilidades.

Se observó que las habilidades relacionadas con la autonomía y el desarrollo personal (ADP) fueron las más destacadas en la UC, con un 56.54%; en la UP, las habilidades relativas a los valores (CRV) fueron predominantes, alcanzando un 49.09%, y en la UM, las habilidades de relaciones interpersonales y trabajo grupal (RITG) fueron las más destacadas, con un 41.81%. No se encontró una homogeneidad de habilidades genéricas entre las universidades, lo que podría estar relacionado con diferencias geográficas. No obstante, las habilidades más destacadas en todos los casos se vinculan a la práctica, la identificación y resolución de problemas, así como la capacidad de investigación, tal como lo afirman Mateo et al. (2022), mientras que los graduados en ingeniería civil deben ser capaces de solucionar problemas, ser creativos y trabajar en equipo Del-Savio et al. (2023).

Respecto a la influencia del modelo pedagógico FC-PBL en la enseñanza de la hidrología, la UP, como institución privada, destacó con altos niveles de mejora en el aula, el laboratorio y el desarrollo de proyectos, con un 87.73%, 93.86% y 88.19%, respectivamente, en una escala Likert de 3.71 a 4.17. En contraste, la UM, como institución pública, presentó resultados más bajos en estos mismos aspectos, con un 53.86%, 38.75% y 45.81%, respectivamente, en una escala Likert de 3.11 a 3.55.

En la UM, se evidenció una deficiencia en las condiciones para el aprendizaje, como en los laboratorios de computación, donde se llegaba a tener hasta tres estudiantes por computadora. Además, la conectividad a Internet era débil, con una velocidad de solo 6.1 Mbit/segundo, lo que dificultaba el aprendizaje. Estas condiciones impedían la implementación efectiva del modelo pedagógico FC-PBL, especialmente para acceder y procesar información de fuentes hidroeinformáticas o utilizar el software correspondiente. En general, el 61.25% de los estudiantes expresó insatisfacción por la escasez de recursos tecnológicos y la mala conectividad a Internet Rhongo et al. (2022), un problema también observado en un estudio similar en Mozambique, donde se alcanzó un grado de insatisfacción del 83%.

Otros factores que contribuyeron a los resultados de insatisfacción fueron la infraestructura, el equipamiento, el mobiliario y los materiales didácticos. Coincidiendo con Mendonça et al. (2012) y Campira et al. (2021), la infraestructura y sus componentes internos son esenciales para la enseñanza y el aprendizaje. En este sentido, diversos investigadores han demostrado que el uso de tecnologías abre nuevas oportunidades para mejorar los métodos FC-PBL Campillo et al. (2021); Duan et al. (2021) Seibert (2013).

En los estudiantes de la UM, se observó que las preocupaciones se diversificaban entre aspectos psicológicos, socioeconómicos y geográficos. Un hallazgo importante fue el alto nivel de satisfacción en la UC, especialmente en las secciones de desarrollo de proyectos de investigación y prácticas de campo, donde el 90% de los estudiantes se mostraron satisfechos o muy satisfechos en una escala Likert de 4.41. Estos resultados en la UC podrían atribuirse al perfeccionamiento de los planes de estudio de las carreras de ingeniería en Cuba, lo que incluye la integración de asignaturas y la incorporación de proyectos integradores para fortalecer las habilidades de aprendizaje e investigación interdisciplinaria Rivero et al. (2017). Además, el modelo de gestión de las universidades cubanas promueve la relación universidad-empresa, lo que facilita el intercambio directo de los estudiantes en la identificación de problemas y la búsqueda de soluciones en empresas productivas, lo que genera una formación integral y un ambiente motivacional.

El enfoque pedagógico FC-PBL ha demostrado ser efectivo en la transmisión de conocimientos y contenidos en la educación superior. Sin embargo, su implementación requiere herramientas adecuadas y un sistema TIC que cumpla con los estándares internacionales de educación. La hidrología, como disciplina interdisciplinaria, demanda un alto nivel tecnológico, así como habilidades matemáticas y computacionales avanzadas por parte de los estudiantes.

En general, la investigación refleja hallazgos similares a los de Bes et al. (2023), quienes destacan que el PBL facilita la adquisición de habilidades transversales como la comunicación efectiva, el trabajo en equipo y el liderazgo. Además, el mismo autor observó mejoras en la integración de conocimientos, lo que resultó en un incremento eficiente en las calificaciones de los estudiantes.

Un hallazgo relevante fue que tanto la UM como la UP se enfocan más en la hidrología superficial, mientras que la UC promueve tanto la hidrología superficial como la subterránea, lo que se debe a las diferencias en los diseños curriculares y el sílabo de los cursos. Las causas de estas diferencias podrían estar relacionadas con las condiciones geográficas y climáticas de cada país, pero este aspecto no refleja una preparación internacional del ingeniero civil.

5. Conclusión

Se desarrolló un instrumento altamente confiable y válido, que permitió evaluar la efectividad del nuevo modelo pedagógico basado en el aula invertida (FC) y el aprendizaje basado en problemas (PBL). Este instrumento se validó como adecuado para su aplicación en países con diversas condiciones geográficas, sistemas educativos, contextos interculturales y niveles de desarrollo social.

El modelo pedagógico que integra el aula invertida y el aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de la hidrología superó las expectativas de aceptación de los estudiantes universitarios en comparación con el método tradicional, según los resultados obtenidos en las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Spearman.

Los estudiantes de la universidad en Perú mostraron la mayor satisfacción con el modelo pedagógico FC-PBL, alcanzando un 89.92%, seguidos por los estudiantes de la universidad de Cuba con un 80.12%, y los de la universidad de Mozambique con un 46.14%. No obstante, para lograr una implementación óptima del modelo, es fundamental reducir las brechas digitales en

universidades con menores recursos financieros. Además, se requiere contar con docentes que posean habilidades y conocimientos profundos en la disciplina, así como las herramientas y tecnologías necesarias para ejecutar las actividades de manera efectiva.

Un hallazgo relevante fue que la combinación de los métodos pedagógicos de aula invertida (AI) y aprendizaje basado en problemas (PBL) demostró ser más eficaz en el aprendizaje de los estudiantes que cuando se aplican de forma aislada. A lo largo de la investigación, se evidenció que este nuevo modelo pedagógico fomenta un aprendizaje continuo, con un enfoque en la resolución de problemas locales y globales, que abarca desde habilidades técnicas en ingeniería hasta aspectos de responsabilidad y ética profesional. Por lo tanto, se sugiere que, en el futuro, el instrumento se amplíe para evaluar su impacto en otras áreas, como las ciencias de la tierra, y se considere una evaluación interdisciplinaria de su aplicación.

Referencias Bibliográficas

- Albaum, G. (1997). The likert scale revisited. *International Journal of Market Research*, 39(2), 1-21. DOI: 10.1177/147078539703900202
- Alemán, E. C., López, A. N., Oscar, J., & Solís, M. (2008). Problem-based learning in materials and manufacturing engineering education according to the Itesm-2015. *Memorias del 14 Congreso Internacional Anual de la SOMIM*, México. Recuperado de <https://somim.org.mx/memorias-somim/>
- Al, S. H., Shamsuddin, A., & Alzahrani, A. I. (2020). A flipped classroom model in higher education: A review of the evidence across disciplines. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 1017-1051. DOI: 10.1007/S11423-019-09718-8/METRICS
- Baudin, P. V., Sacksteder, R. E., Worthington, A. K., Voitiuk, K., Ly, V. T., Hoffman, R. N., Elliott, M. A. T., Parks, D. F., Ward, R., Torres- Montoya, S., Amend, F., Montellano-Duran, N., Vargas, P. A., Martinez, G., Ramirez, S. M., Alvarado-Arnez, L. E., Ehrlich, D., Rosen, Y. M., Breevoort, A., Mostajo-Radji, M. A. (2022). Cloud- controlled microscopy enables remote project-based biology education in underserved Latinx communities. *Heliyon*, 8(11). DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e11596
- Beer, P., & Mulder, R. H. (2020). The effects of technological developments on work and their implications for continuous vocational education and training: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 11, 535119. DOI: 10.3389/FPSYG.2020.00918/BIBTEX
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Washington, DC, USA: International Society for Technology in Education.
- Bes, M. A., Mendoza, R. J. A., Ferrer, P. E., Iborra, C. A., Zuriaga, A. E., & Luján, F. M. J. (2023). Integration of project-based learning (PjBL) methodology in the course "Bioprocesses Applied to the Environment". *Education Sciences*, 13(6). DOI: 10.3390/educsci13060570
- Campillo, F. J. M., & Miralles, M. P. (2021). Effectiveness of the flipped classroom model on students' self-reported motivation and learning during the COVID-19 pandemic. *Humanities and Social Sciences Communications*, 2021 8:1, 8(1), 1-9. DOI: 10.1057/s41599-021-00860-4
- Campira, P. F., Silva, A. L., & Araújo, A. M. (2021). Satisfação acadêmica: um estudo qualitativo com estudantes universitários de Mozambique. *Educação & Formação*, 6(3), 2021. DOI: 10.25053/REDUFOR.V6I2.4913
- Cao, Q., Seow, C. K., Lim, L. H. I., Keoh, S. L., Dale, V., Honeychurch, S., Tasler, N., & Bremner, D. (2023). Learners' differences in blended learner-centric approach for a common



programming subject. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(6), 906-913. DOI: 10.18178/IJiet.2023.13.6.1886

Carrió, L. M., & Llerena, B. M. (2022). Exploring innovative strategies in problem-based learning to contribute to sustainable development: A case study. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(9), 159-177. DOI: 10.1108/IJSHE-07-2021-0296

Carrió, M., Baños, J. E., & Rodríguez, G. (2022). Comparison of the effect of two hybrid models of problem-based learning implementation on the development of transversal and research skills and the learning experience. *Frontiers in Education*, 7, 875860. DOI: 10.3389/FEDUC.2022.875860/BIBTEX

Chiyón, I., Palma, M., & Cazorla, A. (2011). An approach of the European higher education framework to the management of higher education at university level in Peru. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 586-591. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.03.145

Dehghan, S., Horan, E. M., & Frome, G. (2022). Investigating the impact of the flipped classroom on student learning and enjoyment in an organic chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 99(7), 2512-2519. DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c01104

Del-Savio, A. A., Carrasco, L. Z., Nakamatsu, E. C., Velarde, K. G., Martinez-Alonso, W., & Fischer, M. (2023). Applying project-based learning (PBL) for teaching virtual design construction (VDC). *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(2), 64-85. DOI: 10.3991/IJEP.V13I2.35877

Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533-568. DOI: 10.1016/S0959-4752(02)00025-7

Doo, W., & Kim, H. (2023). Simultaneous deep clustering and feature selection via K-concrete autoencoder. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 1, 1-17. DOI: 10.1109/TKDE.2023.3323580

Duan, W., Maskey, S., Chaffe, P. L. B., Luo, P., He, B., Wu, Y., & Hou, J. (2021). Recent advancement in remote sensing technology for hydrology analysis and water resources management. *Remote Sensing*, 13(6), 1097. DOI: 10.3390/RS13061097

Forcael, E., González, V., Orozco, F., Opazo, A., Suazo, Á., & Aránguiz, P. (2014). Application of problem-based learning to teaching the critical path method. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 141(3), 04014016. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000236

Gorghiu, G., Anghel, G. A., & Ion, R.-M. (2015). Students' perception related to a responsible research and innovation demarche. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 180, 600-605. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.02.166

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. Recuperado de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Karabulut, I. A., Jaramillo, C. N., & Jahren, C. T. (2018). A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education. *British Journal of Educational Technology*, 49(3), 398-

411. DOI: 10.1111/bjet.12548

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity¹. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575. DOI: 10.1111/J.1744-6570.1975.TB01393.X

- Maloney, W. K. (2021). Exploring new literacies: A case study on technology and teacher development in Cuban primary schools. *Journal of Media Literacy Education Pre-Prints*. Recuperado de <https://digitalcommons.uri.edu/jmle-preprints/12>
- Măță, L., & Suci, A. I. (2011). Curricular innovative model focused on developing pedagogical competences of teachers of Language and communication. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 12, 274-282. DOI: 10.1016/J.SBSPRO.2011.02.036
- Mateo, B. D. M. M., Lim, J. R., Pellicer, I. C., López, E., Rodríguez, H.,
López, R., Margo-Mazo, C., Andrea, V. G., Quesada, A. A. V., Brooks, Y. S., Álvarez, X., Ramos, Y., Rivas, A., Barrenechea, I., Brăzo, V., Ndebele, V., Nathan, D., & Groot, B. (2022). El poder del currículo para transformar la educación: cómo los sistemas educativos incorporan las habilidades del siglo XXI para preparar a los estudiantes ante los desafíos actuales. DOI: 10.18235/0004360
- Maureira, C. O., Vásquez, A. M., Garrido, V. F., & Olivares, S. M. J. (2020). Evaluación y coevaluación de aprendizajes en blended learning en educación superior. *Alteridad*, 15(2), 174-189. DOI: 10.17163/alt.v15n2.2020.04
- Mendonça, M., Popov, O., Frånberg, G. M., & Cossa, E. (2012). Introducing a student-centred learning approach in current curriculum reform in Mozambican higher education. *Education Inquiry*, 3(1), 37-48. DOI: 10.3402/EDUI.V3I1.22012
- Pejcinovic, B. (2019). Design of rubrics for student outcomes in 2019- 2020 ABET criteria. Accepted for the 43rd International Convention on Information and Communication Technology. Electronics and Microelectronics (MIPRO). Recuperado de https://pdxscholar.library.pdx.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1562&context=ece_fac
- Rhongo, D., & Da-Piedade, B. (2022). E-teaching in higher education: An analysis of teachers' challenges facing e-learning in Mozambique. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 389 LNNS, 403-414. DOI: 10.1007/978-3-030-93904-5_41/COVER
- Del Río-Gamero, B., Santiago, D.E., Schallenberg-Rodríguez, J. & Melián- Martel, N. (2022). Does the use of videos in flipped classrooms in engineering labs improve student performance?. *Educ. Sci*, 12. DOI: 10.3390/educsci12110735
- Rivero, H. M., Murillo, C. G., & Ferrer, S. Y. (2017). Proyecto integrador: una herramienta metodológica en la educación superior. *Didáctica y Educación*, 8(1), 241-250. Recuperado de <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/602/601>
- Ryegård, Å., Apelgren, K., & Olsson, T. (eds.) (2010). A Swedish perspective on pedagogical competence (NSHU-rapport). Uppsala, Swedish: Division for Development of Teaching and Learning, Uppsala University. Recuperado de https://mp.uu.se/documents/432512/1163536/NSHU+Eng_inlaga%5B1%5D.pdf/353a7746-fd1a-678a-fof9-8cffe89036ad
- Salas, J. A. A., Segundo, J., Álvarez, C., Arellano, J. C., & Pérez, A. A. (2014). Evaluation of the use of two teaching techniques in engineering. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 4(3), 4-10. DOI: 10.3991/IJEP.V4I3.3287
- Sarmiento, L. L., Hernández, K. C. G., Esquivel, G. de J. P., Gutiérrez, R. A., & Rodríguez, R. F. (2022). Estrategia de superación profesional para potenciar habilidades pedagógicas profesionales en el tutor de Medicina General Integral. *Revista Cubana de Educación Superior*, 41(número especial 2), 1-12. Recuperado de

<https://revistas.uh.cu/rces/article/view/25>

- Seibert, J., Uhlenbrook, S., & Wagener, T. (2013). Preface hydrology education in a changing world. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17, 1393-1399. DOI: 10.5194/hess-17-1393-2013
- Serrano, R. R., Pérez, G. E., Puño, Q. L., & Hurtado, M. A. (2023). Quality and equity in the Peruvian education system: Do they progress similarly? *International Journal of Educational Research*, 119. DOI: 10.1016/j.ijer.2023.102183
- Shen, C., Chen, X., & Laloy, E. (2021). Editorial: Broadening the use of machine learning in hydrology. DOI: 10.3389/frwa.2021.681023
- Sociedad, U. Y., De, M., Pimentel, L. A., Lozano, L. T., & Finalé-de-la- Cruz, L. (2019). Planes de estudio E en la educación superior cubana: una mirada desde la educación continua. *Universidad y Sociedad*, 11(2), 364-371. Recuperado de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1200>
- Suárez, F., Mosquera-Feijóo, J. C., Chiyón, I. & Alberti, M. G. (2021). Flipped Learning in Engineering Modules Is More Than Watching Videos: The Development of Personal and Professional Skills. *Sustainability*, 13(21), 12290. DOI: 10.3390/su132112290
- Sukacké, V., Guerra, A. O. P. de C., Ellinger, D., Carlos, V., Petronienė, S., Gaižiūnienė, L., Blanch, S., Marbà-Tallada, A., & Brose, A. (2022). Towards active evidence-based learning in engineering education: A systematic literature review of PBL, PjBL, and CBL. *Sustainability*, 14(21), 13955. DOI: 10.3390/su142113955
- Taber, K. S. (2018). The use of cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273-1296. DOI: 10.1007/S11165-016- 9602-2/TABLES/1
- Tunji, O. P. P. F., Kajimo, S. K., Ayodele, T. O., & Emmanuel, K. Z. (2021). Factors affecting students' learning in civil engineering measurement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 654(1). DOI: 10.1088/1755-1315/654/1/012033
- Vásquez, A. W., Zuloaga, C. J. F., Díaz, P. M. A., Lau, H. E. M., Chayán, C. A., & Tineo, H. R. P. (2023). Aplicación del Flipped Classroom para el logro del aprendizaje significativo. *Human Review. International Humanities Review. Revista Internacional de Humanidades*, 21(1), 83-95. DOI: 10.37467/REVSUMAN.V21.5034
- Wang, Y. H. (2020). Design-based research on integrating learning technology tools into higher education classes to achieve active learning. *Computers & Education*, 156, 103935. DOI: 10.1016/J.COMPEDU.2020.103935
- Zúñiga, I. L. M., Cruz, C. M. A., Dotres, Z. S., & Abreu, M. L. E. (2021). Oportunidades del aprendizaje basado en proyectos (ABP) para la pedagogía profesional en la Universidad de Holguín, Cuba. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, 38, 65-79. DOI: 10.5377/farem.voi38.11943

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.