

DOI: 10.24850/j-tyca-16-2-6

Artículos

**Aula invertida y el aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de la hidrología a estudiantes de ingeniería civil en Cuba, Perú y Mozambique**  
**Flipped classroom and problem-based learning in teaching hydrology to civil engineering students in Cuba, Peru and Mozambique**

Maiquel López-Silva<sup>1</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0946-6160>

Dayma Carmenates-Hernández<sup>2</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5482-7562>

Gladys Requejo-Pacheco<sup>3</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4262-1986>

Oscar Brown-Manrique<sup>4</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3713-3408>

Albi Mujica-Cervantes<sup>5</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6355-5116>

Fernando Brazao-Tembe<sup>6</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0447-9594>

Belarmino Guivala<sup>7</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3101-3060>



<sup>1</sup>Universidad Católica Sedes Sapientiae, Lima, Perú,  
m.lopezs@ucss.edu.pe

<sup>2</sup>Universidad Católica Sedes Sapientiae, Lima, Perú,  
dcarmentates@ucss.edu.pe

<sup>3</sup>Universidad Católica Sedes Sapientiae, Lima, Perú,  
grequejo@ucss.edu.pe

<sup>4</sup>Universidad de Ciego de Ávila, Ciego de Ávila, Cuba, obrow@unica.cu

<sup>5</sup>Universidad de Ciego de Ávila, Ciego de Ávila, Cuba, albi@unica.cu

<sup>6</sup>Instituto Superior Politécnico de Gaza, Gaza, Mozambique,  
fernando.tembe@ispg.ac.mz

<sup>7</sup>Escola Superior de Desenvolvimento Rural, Universidad Eduardo  
Mondlane, Vilankilo, Mozambique, belarmino.j.guivala@uem.mz

Autor para correspondencia: Maiquel López Silva,  
maiquel.lopez@urp.edu.pe

## Resumen

En este artículo se desarrolla un nuevo modelo pedagógico del Aula Invertida (FC) y el aprendizaje basado en problemas (PBL) para la enseñanza de la hidrología a estudiantes de Ingeniería Civil. La investigación fue aplicada de diseño cuasi experimental. Se aplicó los métodos pedagógicos por un periodo de 10 años en dos universidades públicas, una de Cuba (UC) y la otra de Mozambique (UM), y una privada en Perú (UP). El instrumento aplicado demostró ser confiable, válido y las

pruebas de normalidad demostraron que existen diferencias significativas en el nuevo modelo FC-PBL en comparación al tradicional. Se demostró, mayor satisfacción en las habilidades genéricas y grado de aprendizaje adquirido en los estudiantes de UP, UC, UM de 89.92%, 80.12% y 46.14 respectivamente. Se concluyó que el nuevo modelo pedagógico FC-PBL proporciona mayores fortalezas para la formación del Ingeniero Civil en la educación superior del siglo XXI

**Palabras clave:** aprendizaje centrado en el estudiante, educación en ingeniería, habilidades de ingeniería, pensamiento crítico, procesos de aprendizaje, resolución de problemas.

## Abstract

In this article, a new pedagogical model of the Flipped Classroom (FC) and problem-based learning (PBL) is developed for teaching hydrology to civil engineering students. The research was applied with a quasi-experimental design. The pedagogical methods were applied for a period of 10 years in a public university in Cuba (UC) and Mozambique (UM), and a private one in Peru (UP). The applied instrument proved to be reliable and valid, and the normality tests showed that there are significant differences in the new FC-PBL model compared to the traditional one. Greater satisfaction was demonstrated in the generic skills and degree of learning acquired in the students of UP, UC, UM of 89.92%, 80.12% and 46.14, respectively. It was concluded that the new FC-PBL pedagogical model provides greater strengths for the training of civil engineers in higher education in the 21st century.

**Keywords:** student-centered learning, engineering education, Engineering Skills, critical thinking, Learning processes, problem-solving

Recibido: 04/07/2023

Aceptado: 02/01/2024

Publicado online: 11/01/2024

## Introducción

La educación superior del siglo XXI se enfrenta a grandes desafíos por las prácticas pedagógicas y el proceso de adaptación e implementación de nuevas tecnologías. Sin embargo, Tunji et al. (2021) citan que el estilo de enseñanza es el factor más importante que afecta el aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, las universidades deben fomentar prácticas pedagógicas innovadoras, para adecuarse a los cambios y retos futuros del desarrollo social, así como predecir los problemas ante las necesidades de la humanidad (Maureira et al., 2020; Sukacké et al., 2022). Como es el caso del curso de hidrología en la Ingeniería Civil que deben estimar máximas avenidas producto a los fenómenos meteorológicos para crear estructuras hidráulicas sostenibles (Sukacké et al., 2022). Por tanto, se le deben proporcionar métodos de enseñanza y aprendizaje cautivadores e integradores para generar las habilidades necesarias del profesional.

La Junta de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (ABET) ha destacado cualidades importantes para fomentar mejoras en la calidad educativa: la capacidad de comunicarse eficazmente y la capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas (Pdxscholar, Pejcinovic & Pejcinovic, 2019; Suárez et al., 2021).

Las habilidades del estudiante universitario del siglo XXI son diversas encontrando las digitales, cognitivas avanzadas, ejecutivas y las habilidades socioemocionales (Mateo et al., 2022). Al respecto, las Universidades de Suecia solo emplean profesores con competencias y pedagogía en las disciplinas a dictar, las cuales crean las condiciones para mejorar la calidad de la enseñanza (Măță & Suciu, 2011; Ryegård, Apelgren, & Olsson, 2011).

En algunos países de la región de América Latina, la idea de las habilidades del siglo XXI como eje central de los programas curriculares ha tenido una buena recepción, pero a diferencia de los países de Argentina, Uruguay, Paraguay y Perú, han mostrado rechazo a estas habilidades (Mateo et al., 2022).

La educación centrada en el estudiante “aprendizaje basado en problemas” (PBL), es el método pedagógico más diversificado en los Estados Unidos de América (EE. UU), que surgió de las malas prácticas de la enseñanza de medicina en Canadá (Dochy et al., 2003).

No obstante, producto de sus estudios básicos han existido diversos resultados empíricos en otras ramas de la ciencia porque cubre numerosas habilidades sostenibles (Beer & Mulder, 2020; Carrió & Llerena Carrió, 2020; Baños, & Rodríguez, 2022). El PBL implementado de forma

adecuada permite desarrollar una serie de competencias en el entorno profesional (Gorghiu, Anghel, & Lon, 2015).

Por otro lado, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) promueven la adaptabilidad de nuevas formas de aprendizaje dentro de la Universidad como es el Aula Invertida. En este sentido, el Aula Invertida, es la estrategia que combina con variados ambientes de aprendizaje con amplia base en las TIC (Al, Shamsuddin, & Alzahrani 2020; Bergmann & Sams, 2012; Río et al., 2022). Sin embargo, los métodos FC y PBL enfrentan desafíos por su elevado uso de herramientas y TIC para el desarrollo de las actividades.

En Cuba, existen escasas investigaciones relacionadas al FC y el PBL, en su mayoría son enfocadas al plan de estudio de la Carrera de Medicina (Alemán et al., 2008; Sarmiento et al., 2022). Unas de las posibles causas se deben al escaso avance de digitalización en relación a otros países en vía de desarrollo (Maloney, 2021). Aunque, ha planteado estrategias en las carreras de Ingeniería como son los Proyectos Integradores, que permiten la interdisciplinariedad e involucra la investigación científica - tecnológica (Rivero, Murillo, & Ferrer, 2017; Sociedad et al., 2019; Zúñiga et al., 2021)

En el Perú, existen evidencias científicas de la aplicación del PBL y FC (Chiyón et al., 2011, Baudin et al., 2022, Serrano et al., 2023) . Al respecto, Vásquez et al. (2023) en la aplicación del FC detectan que el 70% de la muestra aumentaron el nivel de aprendizaje en la experiencia curricular. Del Savio et al., (2023) cita que, con la ejecución del PBL en curso de Diseño y Construcción Virtual de ingeniería civil en la Universidad de Lima, mostró que, los estudiantes mejoraron en un 6,13%, 7,15% y

3,44% del desarrollo de las competencias, el grado de aprendizaje y el tratamiento de proyectos.

Mozambique, ejecuta la migración hacia las aulas digitales con fuertes esfuerzos porque la población presenta dificultades básicas y económicas. (Rhongo & da Piedade, 2022) demuestra, que a pesar de los esfuerzos persisten obstáculos para el acceso a los recursos tecnológicos y conectividad a internet. Otro aspecto, señala Mendonça et al. (2012) y Campira, Silva & Araújo, (2021) que la infraestructura y la diversificación sociocultural dificulta la enseñanza y aprendizaje del estudiante. Sin embargo, existen actitudes favorables en el sector educativo en integrar nuevas estrategias didácticas.

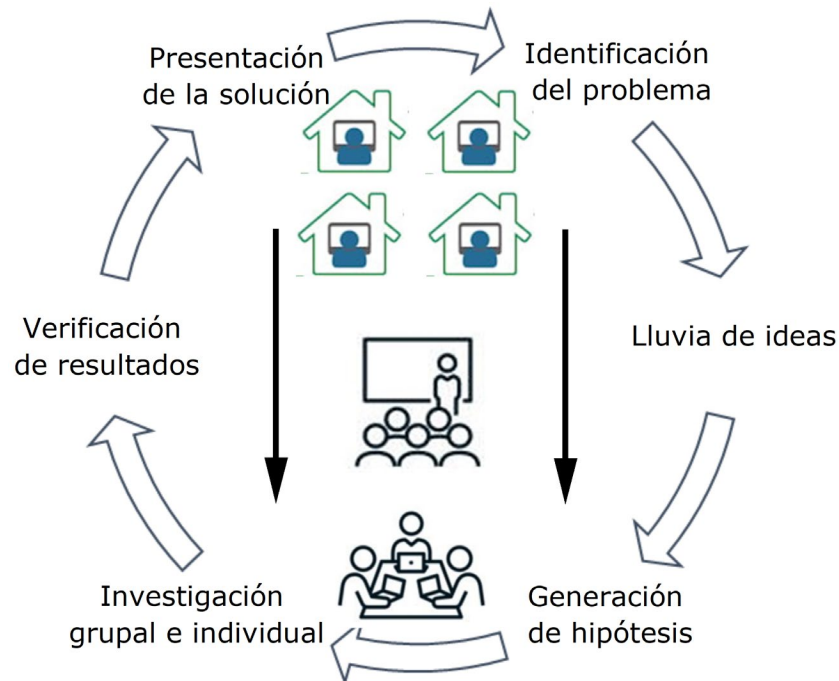
Por tanto, la investigación tiene como propósito plantear el modelo pedagógico del FC y el PBL para la enseñanza eficaz de la hidrología a estudiantes de ingeniería en universidades de Cuba, Perú y Mozambique.

## Materiales y Métodos

### Metodología

La representación esquemática del modelo FC y el PBL se representa en la Figura 1. En primer lugar, el estudiante realiza el autoestudio de conceptos, teorías y procesos eventuales mediante los materiales de consultas a través del aula digital desde su hogar. En segundo lugar, en el salón de clase el profesor aplica mayor tiempo al PBL reales de la sociedad. En tercer lugar, se amplían los conocimientos en base a los PBL

y desarrollo de proyectos de investigación. En todo su proceso, estará presente la identificación del problema hasta la presentación de la solución del mismo.



**Figura 1.** Modelo pedagógico FC-PBL

La investigación por su tipo y finalidad es aplicada con un enfoque cuantitativo que permite describir, procesar y explicar fenómenos en la base de datos cuantitativa (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Se utilizó un diseño cuasi experimental con una manipulación deliberada de las variables independientes (FC y PBL) para observar el efecto sobre las variables dependientes (habilidades genéricas e influencia del aprendizaje).

En la aplicación del modelo pedagógico no existió una selección de estudiantes como tampoco, una asignación aleatoria, fue para la totalidad de los estudiantes matriculados en el curso de Hidrología. Por ello, se han generado tres grupos experimentales UC, UP y UM, que corresponde a una universidad para cada País: Cuba, Perú y Mozambique respectivamente.

Se aplicó una encuesta digital como instrumento de recopilación de datos para explorar las percepciones de los estudiantes del efecto del modelo pedagógico en el desarrollo de las habilidades genéricas y aprendizaje.

La encuesta en su primera fracción, media la percepción de los estudiantes sobre el modelo tradicional y el nuevo modelo pedagógico, con énfasis en las habilidades genéricas. Atendiendo a su contenido, fueron agrupadas en 3 grupos, las relaciones interpersonales y trabajo grupal (RITG), la autonomía y el desarrollo personal (ADP) y, por último, las habilidades relativas a los valores (CRV). En la segunda fracción, la encuesta abarcó la percepción que tenían los estudiantes sobre el nuevo modelo pedagógico FC y PBL según el grado de mejora en el salón de clases, en el laboratorio y en el desarrollo del proyecto/prácticas de campo.

Por último, el modelo pedagógico FC y PBL se aplicó a estudiantes de universidades públicas y privadas, que, por un lado, la UC y UM fueron públicas y UP fue la privada. La duración del análisis de la investigación fue durante 10 años, equivalente a 20 ciclos con participación de 6 profesores y 2 colaboradores.

## Evaluación y validación del instrumento

Se aplicó el alfa de Cronbach para la confiabilidad del instrumento con rango jerárquico de acuerdo a (Taber, 2018). Mientras que, para la validez del instrumento se aplicó el Índice de Validez de Contenido (CVI) (Albaum, 1997; Lawshe, 1975). Además, se utilizó la Escala Likert con 5 rangos de clasificación desde muy insatisfecho hasta muy satisfecho.

Se elaboró la investigación bajo un margen de error de 2% para un nivel de confianza del 95% y probabilidad del 5%. En efecto, se estimó una muestra de estudiantes en base a los que finalizaron el curso de hidrología. Se aplicó la prueba de normalidad de los datos bajo el test estadístico de Kolmogórov-Smirnov y Spearman a partir del software IBM SPSS Statistics versión 24.

## Resultados

Durante el periodo de investigación las universidades alcanzaron una matrícula de 1986 estudiantes, equivalente a la población de estudio. Todo lo cual, generó una muestra de 95.16%, 92.93% y 92,03% en relación a la población en la universidad en Cuba (UC), de la universidad de Perú y de la universidad en Mozambique (UM) respectivamente.

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

**Tabla 1.** Pruebas del alfa de Cronbach

Variable	Parámetros	Alfa de Cronbach
	Relaciones interpersonales y trabajo grupal (RITG)	0,806
	Autonomía y el desarrollo personal (ADP)	0,856
	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 proyecto	0,874

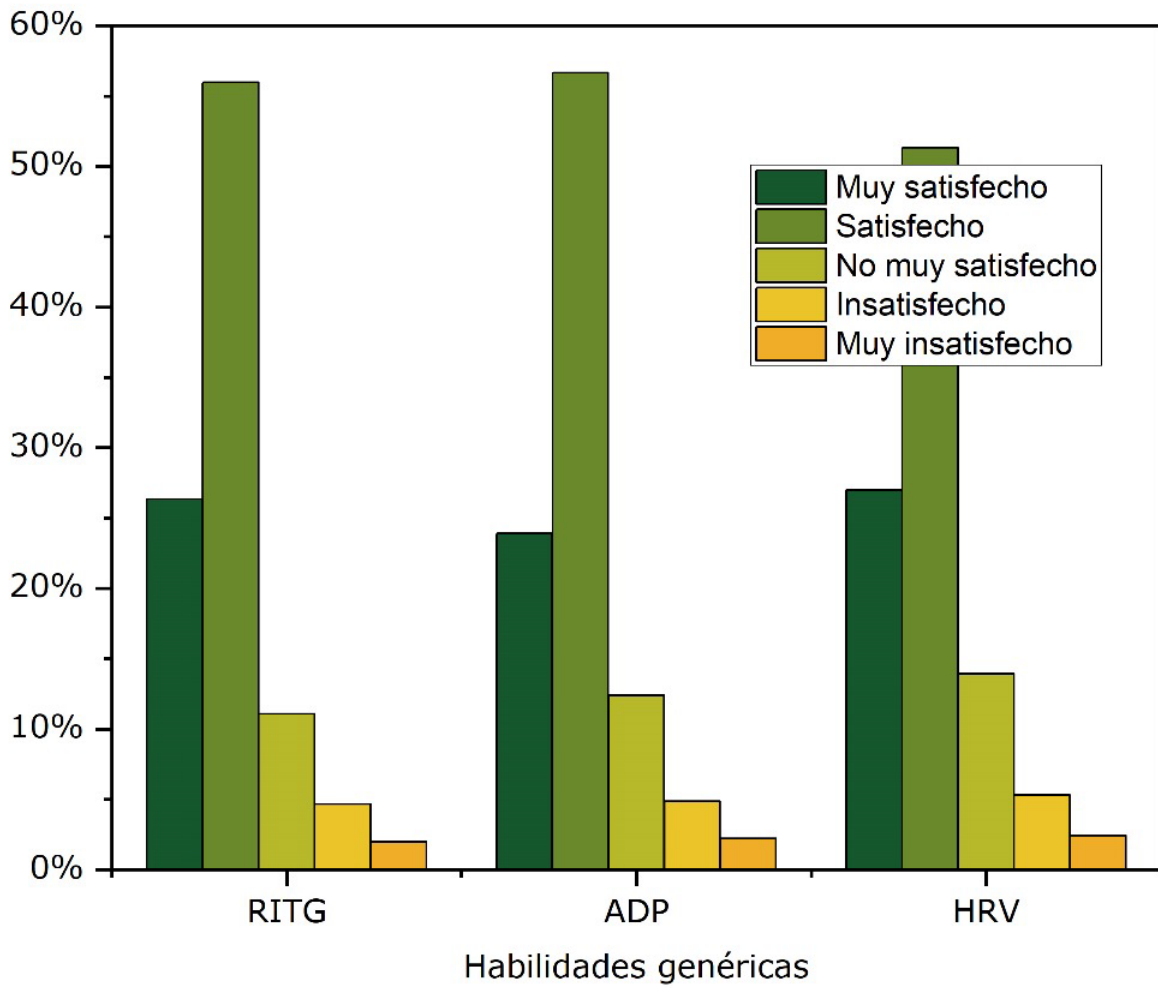
Los resultados de las pruebas de normalidad se indican en la Tabla 2. Según la prueba de Kolmogorov-Smirnov existe una distribución no normal el  $P$ valor  $< 0.05$ . Por tanto, se aplicó la prueba no paramétrica de Spearman que reflejó un nivel de significancia de 0.000 menor a 0.05. Evidenciando que, el nuevo modelo pedagógico influye en mejoras del aprendizaje en los estudiantes de las tres universidades.

Por otro lado, el Índice de Validez de Contenido, mostró un grado de aceptación del nuevo modelo pedagógico FC-PBL en comparación al método tradicional con valores desde 0.14 hasta 0.72.

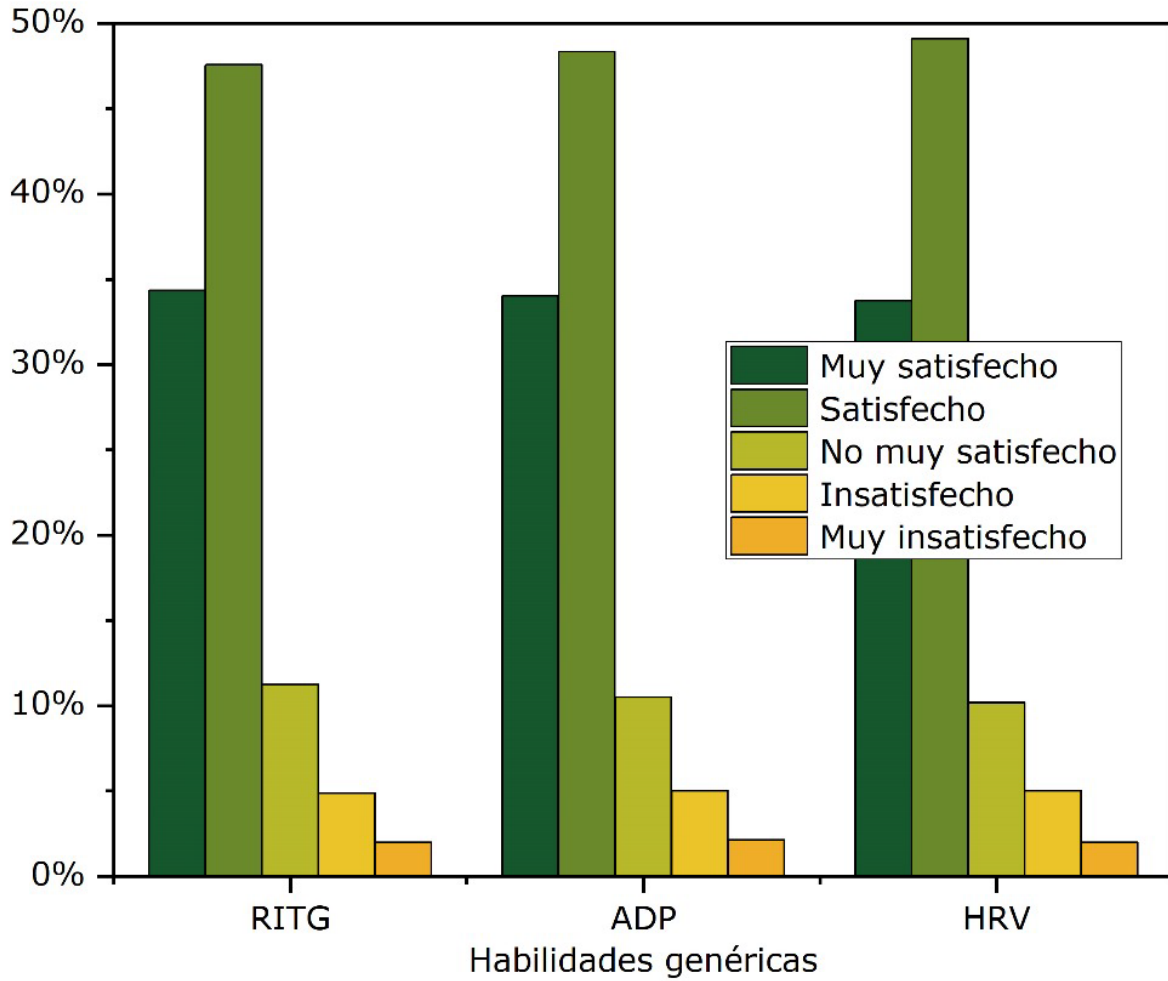
**Tabla 2.** Pruebas de normalidad

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

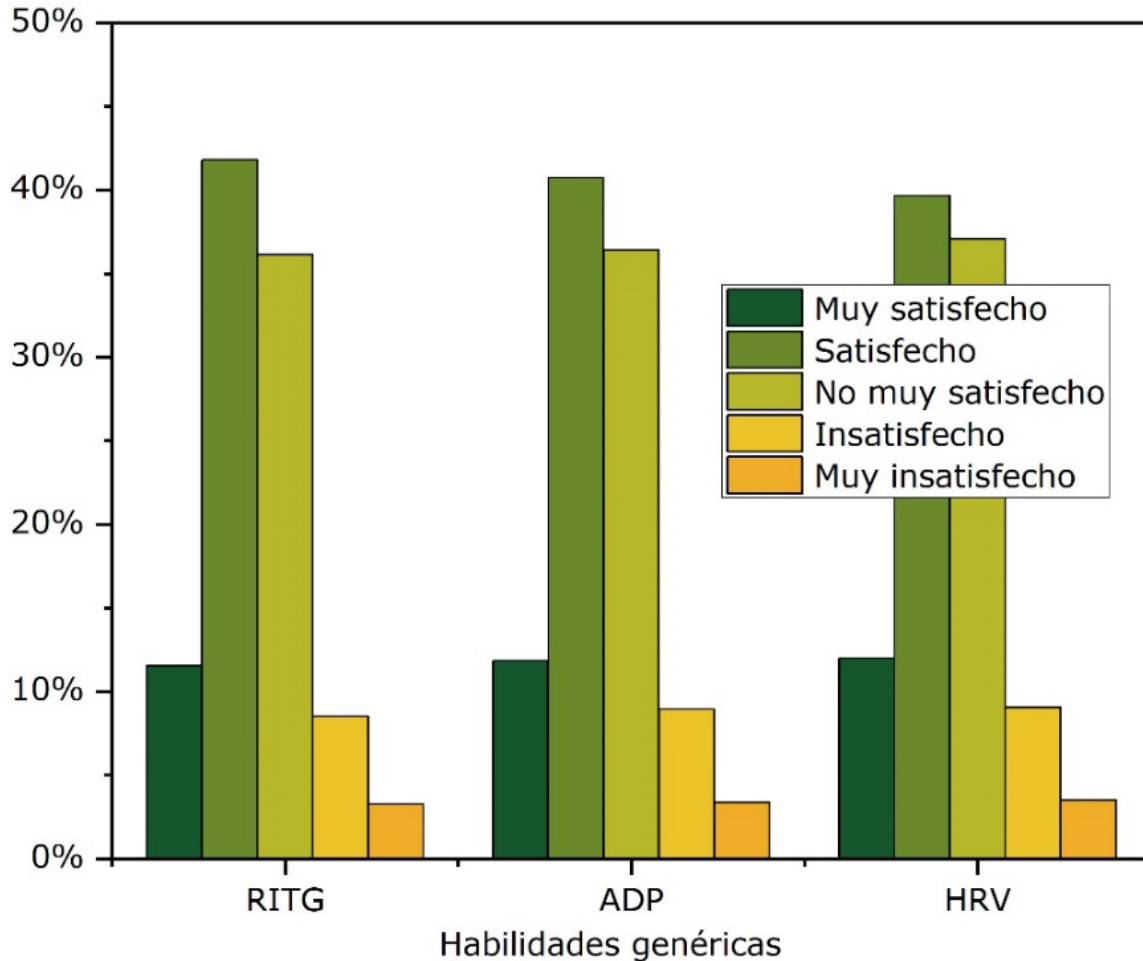
Los resultados de la encuesta respecto al desarrollo de habilidades genéricas se muestran en la Figura 2, 3 y 4. En general, los estudiantes plantearon que el nuevo modelo pedagógico FC y PBL contribuyó a desarrollar habilidades genéricas en relación al método tradicional. Aunque, en la Universidad de Mozambique (UM) existe un valor significativo de estudiantes que no están muy satisfecho con el método.



**Figura 2.** Criterio de los estudiantes de la Universidad en Cuba

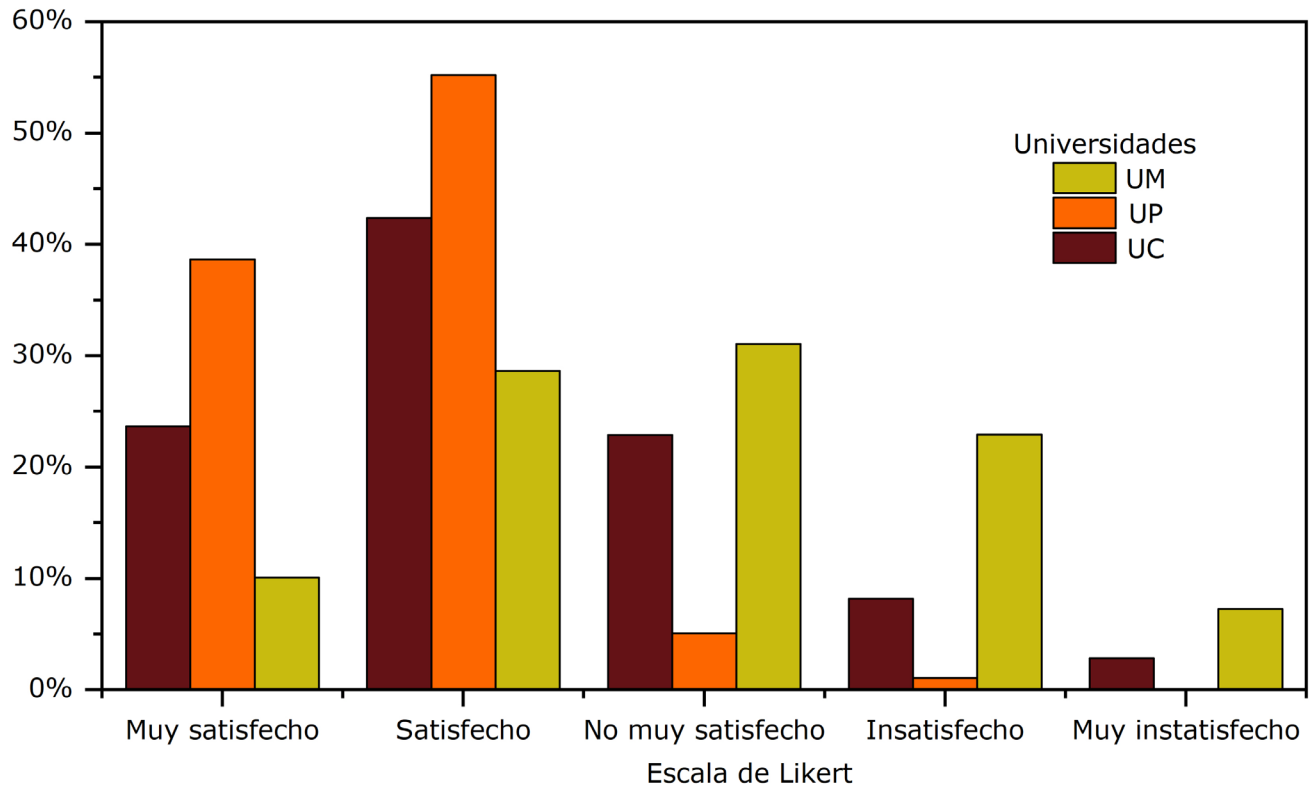


**Figura 3.** Criterio de los estudiantes de la Universidad en Perú

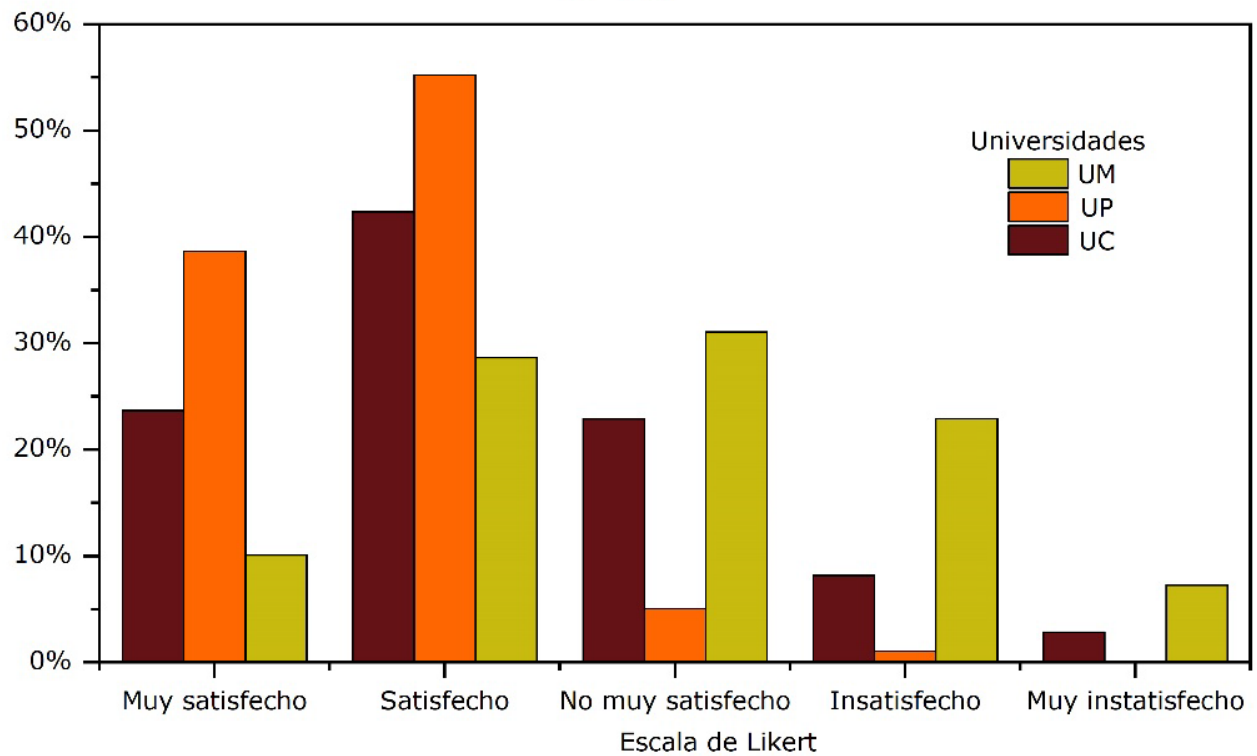


**Figura 4.** Criterio de los estudiantes de la Universidad en Mozambique

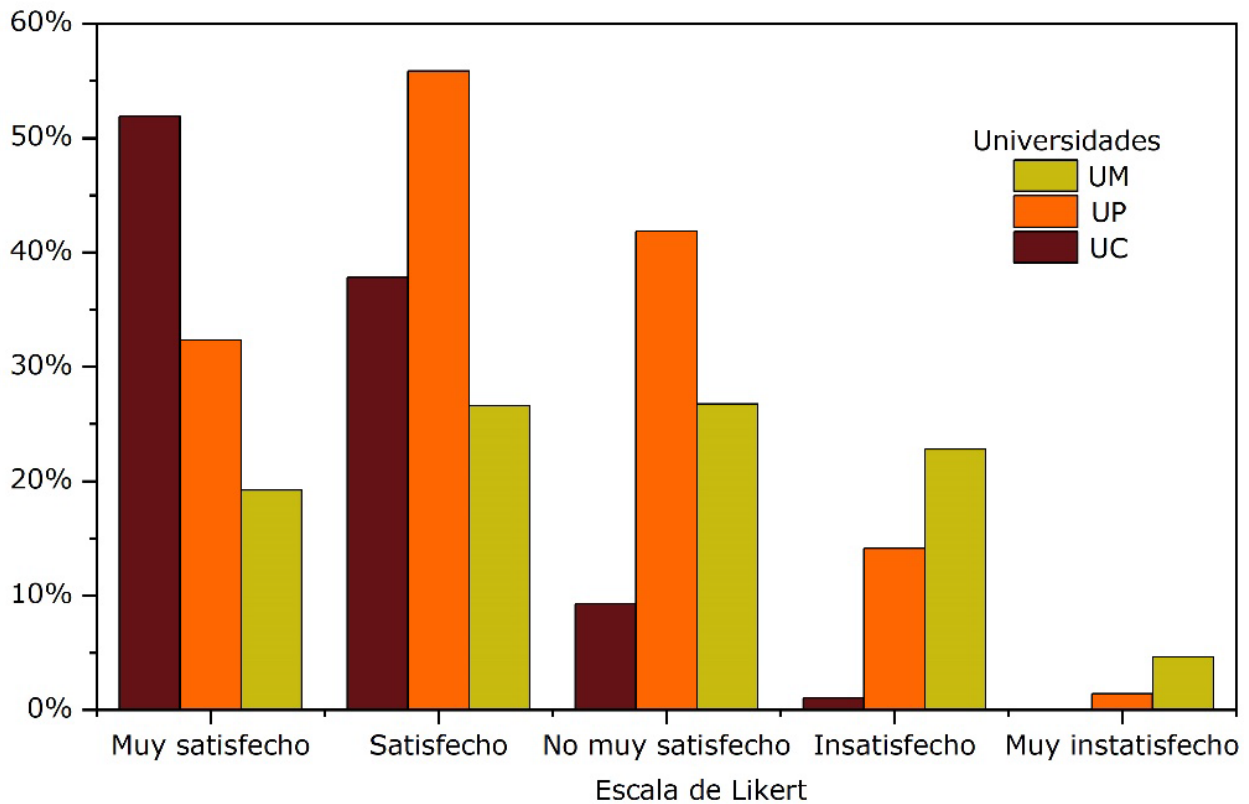
Los resultados del nivel de mejora en el aprendizaje se muestran en las Figuras 5, 6 y 7. Existió un notable grado de mejora en el aprendizaje de los estudiantes en la UC y UP, pero respecto a la UM, existió un menor grado de satisfacción en los tres espacios evaluados.



**Figura 5.** Grado de mejora en el salón de clase



**Figura 6.** Grado de mejora en el Laboratorio



**Figura 7.** Grado de mejora en el desarrollo de Proyecto

## Discusión

El instrumento elaborado según el análisis del alfa de Cronbach es aceptable y con elevada confiabilidad. Mientras que, los valores del rango jerárquico según clasificación de Taber, (2018) es adecuado para su implementación. Por tanto, el instrumento, permitió medir las variables dependientes de forma precisa y eficaz.

El nuevo método pedagógico FC-PBL en relación al método tradicional de enseñanza mostró diferencias significativas. Por lo cual, se aceptó la hipótesis alternativa (H1) y se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>). Además, se demostró de forma estadística que el nuevo método pedagógico FC-PBL influye 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, que según Hernández, Fernández, & Baptista, (2014), es una correlación positiva débil. Sin embargo, respecto al coeficiente de correlación en la UM fue de 0.46 más cercano a 0.5, que clasifica como una correlación positiva media. Por lo tanto, se deduce que existe en los estudiantes una escasa apreciación en diferenciar las metodologías y su repercusión en el aprendizaje, cuyas causas podrían ser diversas (Mendonça et al., 2012; Campira, Silva, & Araújo, 2021).

La encuesta aplicada en las habilidades genéricas arrojó que los estudiantes de la UC y UP alcanzaron de forma más amigable las competencias genéricas en relación al modelo FC-PBL propuesto. Los resultados fueron de muy satisfecho y satisfechos con valores próximos al 82%, pero la UM, solo alcanzó el 53.05% mostrando debilidades en los logros de las habilidades.

Se observó que las habilidades relacionadas a la autonomía y el desarrollo personal (ADP) son las más influyentes en la UC con 56.54%. Mientras que, en la UP han sido las habilidades relativas a los valores (CRV) con 49.09%. Por otro lado, en la UM fue las relaciones interpersonales y trabajo grupal (RITG) con 41.81%. No existió, una homogeneidad de habilidades genéricas entre universidades, cuyas posibles causas podrían ser las diferencias geográficas. No obstante, se resalta que las habilidades

destacadas enfatizan los conocimientos en la práctica, contribuyen a identificar y resolver problemas, así como la capacidad de investigación (Mateo et al., 2022). Los graduados de Ingeniería Civil como proporcionen solución de problemas, creatividad y trabajo en equipo (Del Savio et al., 2023).

En relación a la influencia del nuevo modelo pedagógico FC-PBL en la enseñanza de la hidrología la UP como institución privada resaltó en sus estándares de grado de mejora en el aula, laboratorio y desarrollo de proyectos con el 87.73%, 93.86% y 88.19% respectivamente, para una escala de Likert entre 3.71 a 4.17. En contraste, la UM como institución pública su grado de mejora en el aula, laboratorio y desarrollo de proyectos con tan solo el 53.86, 38.75 y 45.81% respectivamente, para una escala de Likert entre 3.11 a 3.55.

En particular, en la UM se constató debilitada en las condiciones para el aprendizaje, como los laboratorios de cómputos superaban la capacidad de estudiantes, existiendo hasta 3 estudiantes por computadoras. En otras instancias, el acceso a internet es débil con velocidad de sólo 6,1 Mbit/segundo, dificultando el aprendizaje a los estudiantes. Por consiguiente, no logran de forma eficaz el modelo pedagógico FC-PBL para obtener y procesar la información desde las fuentes hidroynformáticas, así como el uso de software. En general, el 61.25% de los estudiantes indican su insatisfacción por los bajos recursos tecnológicos y conectividad a internet. (Rhongo & da Piedade, 2022) en estudio similar en Mozambique alcanzó un grado de insatisfacción del 83%.

Otros factores que contribuyeron a resultados de insatisfacción fueron las infraestructuras, el equipamiento, mobiliario y materiales didácticos. En concordancia con (Mendonça et al., 2012; Campira, Silva, & Araújo, 2021) la infraestructura y sus componentes internos son factores básicos para la enseñanza y aprendizaje en el sistema de enseñanza. En el mismo contexto, diversos investigadores han demostrado que el uso de tecnologías brinda nuevas oportunidades para ampliar los métodos FC-PBL (Campillo & Miralles, 2021; Duan et al., 2021; Seibert, Uhlenbrook, & Wagener, 2013).

Se visualizó durante la investigación que los estudiantes de UM, su preocupación se diversificaba en condiciones psicológicas, socioeconómica y geográficas.

Un hallazgo importante fue referente a la variable del aprendizaje de los estudiantes en la UC en las secciones de desarrollo de proyecto de investigación y prácticas de campo se obtuvo que el 90% estaban satisfecho y muy satisfecho para una escala de Likert de 4.41. Los posibles resultados en la UC, es producto al perfeccionamiento de los planes de estudio de las carreras de Ingeniería en Cuba. Como factores significativos es la integración de asignaturas, e inserción de proyectos integradores en el fortalecimiento de las habilidades, aprendizaje e investigación interdisciplinaria (Rivero, Murillo, & Ferrer, 2017). En otros aspectos, desde el plan de estudio se reconocen y promueven las empresas estatales dentro de su modelo de gestión, a través de la relación Universidad-Empresa. En efecto, posibilita el intercambio directo de los estudiantes en la identificación de los problemas y posibles soluciones en las empresas productivas. Todo lo cual genera una

formación de perfil amplio y ambiente motivacional en los estudiantes (Sociedad et al., 2019).

La efectividad del enfoque pedagógico FC-PBL, demostró contribuir a la entrega de conocimientos y contenidos en la educación superior (Forcael et al., 2014; Salas et al., 2014). Sin embargo, para su implementación es necesario un grupo de herramientas y sistema TIC para alcanzar los estándares internacionales de educación (Cao et al., 2023; Dehghan, Horan, & Frome, 2022; Doo & Kim, 2023; Karabulut, Jaramillo, & Jahren, 2018; Wang, 2020). Señalar que la hidrología como ciencia interdisciplinaria requiere un alto nivel tecnológico y a su vez induce al estudiante a necesitar un mayor nivel de conocimiento, pensamiento matemático y computacional (Shen, Chen, & Laloy, 2021).

En general, la investigación presenta elevada correspondencia con la obtenida por Bes et al. (2023), quienes enfatizan que el PBL permite que los estudiantes adquieran habilidades transversales como comunicación efectiva y trabajo en equipo y liderazgo. Además, el propio autor mostró mejoras en la integración de conocimientos que repercutió en un aumento eficiente de las calificaciones del estudiante.

Como hallazgo significativo, se apreció que la UM y la UP impulsan más los temas de hidrología superficial, que en relación a la UC que promueve la hidrología superficial y subterránea. A partir de las diferentes formas de organización del diseño curricular y el sílabo del curso. Sus causas se deben a situaciones geográficas y contextos climáticos de cada país, pero este aspecto no visualiza una preparación internacional del Ingeniero Civil.

## Conclusiones

Se elaboró un instrumento eficiente con elevada confiabilidad y validez que permitió conocer la efectividad de la aplicación del nuevo modelo pedagógico del Aula Invertida (FC) y Problemas Basado en la Enseñanza (PBL). Se clasificó como legítimo para su aplicación en diferentes continentes que posee condiciones geográficas, diversidad educacional, diversidad interculturalidad, desarrollo y cohesión social.

El nuevo modelo pedagógico utilizando el Aula Invertida y el Aprendizaje Basado en Problemas en la Enseñanza de la hidrología alcanzó mayores expectativas de aceptación en los estudiantes universitarios en relación al método tradicional según los resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Spearman.

Los estudiantes de la Universidad en Perú mostraron el mejor comportamiento de satisfacción con el nuevo modelo pedagógico FC-PBL que alcanzó el 89.92%, en relación a los estudiantes de la Universidad de Cuba el 80.12% y por último los estudiantes en la Universidad de Mozambique con 46.14%. Sin embargo, para una óptima aplicación del nuevo modelo es imprescindible disminuir las brechas digitales en las universidades con menores recursos financieros. Asimismo, se requiere de docentes con habilidades y rigurosos conocimientos de la ciencia, herramientas y tecnologías para realizar las actividades.

Un hallazgo significativo fue que los métodos pedagógicos del Aula Invertida (AI) y el Problemas Basado en la Enseñanza (PBL) aplicados de

forma conjunta presentaron mayor efectividad del aprendizaje en los estudiantes que en relación a otros autores cuando se analizan de forma aisladas. En el transcurso de la investigación se visualizó que el nuevo modelo pedagógico promueve el aprendizaje permanente con perspectivas de solución de problemas locales y globales que incluyen en diferentes habilidades básicas, desde el diseño de ingeniería hasta la responsabilidad y la ética profesional. Por tanto, en respuesta a la conclusión, para futuro se debería ampliarse el instrumento a las materias de ciencias de la tierra y evaluar el impacto de forma interdisciplinaria.

### **Agradecimientos**

Los autores de este trabajo agradecen el apoyo de las instituciones involucradas y colaboradores para el desarrollo del proyecto de investigación.

### **Referencias**

- Albaum, G. (1997). The Likert Scale Revisited. 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.

- 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: International Society for Technology in Education*. 120-190.
- Bes, P., 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
- 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: <https://doi.org/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
- Díaz, M. M. M. B., Rucci, G., Amaral, N., Ortiz, E. A., Becerra, L., Bustelo, M., Cabrol, M., Castro, J., Caycedo, J., Duryea, S., Groot, B., Heredero, E., Hincapie, D., Magendzo, A., Navarro, J. C., Novella, R., Rieble, A. S., Rubio, C. M., Scartascini, C., & Vezza, E. (2019). El futuro ya está aquí: Habilidades transversales de América Latina y el Caribe en el siglo XXI. *El Futuro Ya Está Aquí: Habilidades Transversales de América Latina y El Caribe En El Siglo XXI*. DOI: 10.18235/0001950
- 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*, 01, 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 2021, Vol. 13, Page 1097, 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: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.166>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. McGraw Hill. <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*. Retrieved from <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., Brãzo, 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

- Pdxscholar, P., Pejcinovic, B., & 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)*. [https://pdxscholar.library.pdx.edu/ece\\_fac](https://pdxscholar.library.pdx.edu/ece_fac)
- Campira, P. F., Silva, A. L., & Araújo, A. M. (2021). Satisfacción académica: un estudio cualitativo con estudiantes universitarios de Mozambique. *Educação & Formação*, 6(3), 2021. DOI: 10.25053/REDUFOR.V6I2.4913
- 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
- Río, G. D., Santiago, B., Schallenberg, R. D. E., Melián, M. J., Del Río, G. B., Santiago, D. E., Schallenberg, R. J., & Melián, M. N. (2022). *Citation: Does the Use of Videos in Flipped Classrooms in Engineering Labs Improve Student Performance?* <https://doi.org/10.3390/educsci>
- Rivero, H. M., Murillo, C. G., Ferrer, S. Y. 2017. Proyecto Integrador: Una Herramienta Metodológica En La Educación Superior. *Didáctica y Educación*. ISSN 2224-2643. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/602/601>

- Ryegård, Å., Apelgren, K., & Olsson, T. (Eds.) (2010). A Swedish Perspective on Pedagogical Competence. (NSHU-rapport). Division for Development of Teaching and Learning, Uppsala University. [https://mp.uu.se/documents/432512/1163536/NSHU+Eng\\_inlaga%5B1%5D.pdf/353a7746-fd1a-678a-f0f9-8cffe89036ad](https://mp.uu.se/documents/432512/1163536/NSHU+Eng_inlaga%5B1%5D.pdf/353a7746-fd1a-678a-f0f9-8cffe89036ad)
- 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. <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/25>
- Seibert, J., Uhlenbrook, S., & Wagener, T. (2013). Preface Hydrology education in a changing world. In *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. In *Frontiers in Water* Frontiers Media S.A. 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. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1200>
- Suárez, F., Carlos, J., Feijóo, M., Chiyón, I., & Alberti, M. G. (2021). Flipped Learning in Engineering Modules Is More Than Watching Videos: The Development of Personal and Professional Skills. DOI: 10.3390/su1321
- Sukackè, V., Guerra, A. O. P. de C., Ellinger, D., Carlos, V., Petronienè, S., Gaižiūnienè, 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. In *Sustainability (Switzerland)*, 14. 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., & Emmanuela, 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, V., 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/RE VHUMAN.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-Estelí*, 38, 65–79. DOI: 10.5377/farem.v0i38.11943