

Artículo de Investigación

Aprendizaje con Metodologías Activas en el área de Ingeniería Hidráulica

Learning with Active Methodologies in the Hydraulic Engineering Area

Mireya Lapo-Pauta¹: Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
cmlapo@utpl.edu.ec

F. Javier Martínez-Solano: Universitat Politècnica de Valencia, España.
jmsolano@upv.es

Fecha de Recepción: 01/06/2024

Fecha de Aceptación: 10/10/2024

Fecha de Publicación: 13/11/2024

Cómo citar el artículo:

Lapo-Pauta, M. y Martínez Solano, F. J. (2024). Aprendizaje con Metodologías Activas en el área de Ingeniería Hidráulica [Learning with Active Methodologies in the Hydraulic Engineering Area]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-18.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1096>

Resumen:

Introducción: Este trabajo pretende poner de manifiesto los resultados del aprendizaje con metodología activas de los estudiantes de las asignaturas de grado: Riego y Máquinas Hidráulicas. **Metodología:** Las metodologías activas involucran una correlación efectiva entre la participación activa del estudiante, la mejoría del aprendizaje, el trabajo cooperativo, la resolución de problemas reales. Con este objetivo, se implementaron metodologías activas en dos asignaturas distintas relacionadas con la Ingeniería Hidráulica. En ambos casos se usó la metodología Flipped Classroom. En la asignatura de Riegos se combinó con el Aprendizaje Basado en Problemas para el diseño hidráulico de un sistema de riego a presión. En la asignatura de Máquinas Hidráulicas se planteó su uso para obtener las curvas características de bombas en laboratorio. **Resultados:** Los resultados muestran que, en ambos casos, la percepción por parte de los alumnos ha sido claramente positiva. El análisis de las calificaciones apenas permite extraer conclusiones. **Discusión:** El nivel de aceptación por parte de los estudiantes permite progresar en estas metodologías, pero será necesario revisar su implantación de forma que el impacto en las calificaciones mejore. **Conclusiones:** Esta investigación muestra el efecto positivo que conlleva la implementación de las metodologías activas de enseñanza-aprendizaje centradas en el estudiante.

¹ Autor de correspondencia: Mireya Lapo-Pauta. Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador).

Palabras clave: aprendizaje; metodologías activas; flipped classroom; gamificación; ingeniería hidráulica, riego, máquinas hidráulicas; aprendizaje basado en problemas.

Abstract: Introduction: This work aims to demonstrate the learning outcomes using active methodologies in two different subjects: Irrigation and Hydraulic Machines. **Methodology:** Active methodologies involve an effective correlation between active student participation, improved learning, cooperative work, and the resolution of real problems. To this end, active methodologies were implemented in two different subjects related to Hydraulic Engineering. In both cases, the Flipped Classroom methodology was used. In the Irrigation subject, it was combined with Problem-Based Learning for the hydraulic design of a pressurized irrigation system. In the Hydraulic Machines subject, the methodology was used to obtain the characteristic curves of pumps in the laboratory. **Results:** The results show that in both cases the perception by the students has been clearly positive. However, the analysis of the grades hardly allows any conclusions to be drawn. **Discussion:** The level of acceptance by students allows progress in these methodologies, but their implementation will need to be reviewed so that the impact on grades improves. **Conclusions:** This research shows the positive effect of implementing active teaching-learning methodologies centered on the student.

Keywords: Learning; Active Methodologies; Flipped Classroom; Gamification; Hydraulic Engineering, Irrigation, Hydraulic Machines; Problem Based Learning.

1. Introducción

La formación de ingenieros en el mundo actual exige un enfoque educativo que vaya más allá de la tradicional transmisión de conocimientos teóricos. Se requieren profesionales capaces de pensar críticamente, resolver problemas de manera creativa, trabajar en equipo y adaptarse a entornos cambiantes. En este sentido, las metodologías activas de aprendizaje se presentan como una herramienta fundamental para el logro de estos objetivos (Jiménez Hernández *et al.*, 2020). Las metodologías activas de aprendizaje son una herramienta poderosa para mejorar el proceso de aprendizaje en las carreras de Ingeniería. Al centrar el aprendizaje en el estudiante, promover la participación activa, el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades del siglo XXI, estas metodologías preparan a los futuros ingenieros para enfrentar los retos del mundo. Herrera, (2017) afirma que, al emplear este tipo de metodología activa, el estudiantado aumenta su logro en los resultados de aprendizaje y mejora sus habilidades actitudinales cuando se evalúa proyectos de Ingeniería Civil.

Las metodologías activas de aprendizaje representan un cambio significativo en la forma tradicional de enseñar y aprender ingeniería. Existen diversas metodologías activas que pueden ser implementadas en las carreras de Ingeniería, tales como Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Gamificación o Docencia Inversa (también conocida como *Flipped Classroom*, de su equivalencia en inglés) que son las que se han implementado en esta investigación.

En el modelo Flipped Classroom, los estudiantes acceden a contenido teórico de forma autónoma (por ejemplo, videos, lecturas, podcasts) antes de la clase presencial. La clase presencial de los estudiantes se dedica a actividades dinámicas que fomentan la aplicación práctica de los conceptos, como la resolución de problemas y dudas, debates y proyectos grupales (Palacios Ortiz *et al.*, 2021). La Gamificación introduce elementos de juego en el proceso de aprendizaje, como puntos, insignias y tablas de clasificación. Esta técnica en la Ingeniería ha constituido una herramienta potencial en los procesos de enseñanza – aprendizaje (Londoño Vásquez y Rojas López, 2020). El Aprendizaje Basado en Proyectos ABP plantea a los estudiantes un desafío o problema real a resolver a lo largo del curso, a fin de salvar la brecha entre la teoría y la práctica (Hunt *et al.*, 2010). Los estudiantes trabajan en

equipo de forma activa y colaborativa para investigar, analizar y desarrollar soluciones al problema, utilizando los conceptos aprendidos (Romero Gil *et al.*, 2021). Estos elementos motivan a los estudiantes a participar activamente, para completar tareas y alcanzar objetivos. Iglesias Rey y Martínez Solano (2017) comprobaron que la combinación del ABP con la gamificación en el campo de la Ingeniería Hidráulica supone una enorme mejora tanto en la motivación de los estudiantes como en la valoración que éstos hacen del profesorado.

Este documento presenta una introducción al uso de metodologías activas para mejorar el aprendizaje en asignaturas de hidráulica en Ingeniería Civil y en Ingeniería Industrial. Se abordará el caso específico de estudiantes de Ecuador y España, considerando las características y desafíos particulares de cada contexto. Además, se analizarán en detalle tres metodologías activas de gran relevancia: Flipped Classroom, Aprendizaje Basado en Proyectos y Gamificación.

La enseñanza de la hidráulica en Ingeniería Civil enfrenta diversos retos, entre los que destacan la desconexión entre la teoría y práctica ya que los estudiantes a menudo tienen dificultades para relacionar los conceptos teóricos con aplicaciones prácticas en el mundo real. La falta de motivación ya que los métodos tradicionales de enseñanza pueden resultar poco atractivos para los estudiantes, lo que genera apatía y desinterés en la materia. Finalmente, los conceptos hidráulicos pueden ser complejos y abstractos, lo que representa un obstáculo para algunos estudiantes.

En este contexto y en el ámbito de la Ingeniería Civil, la formación en asignaturas de hidráulica como Riego (impartida en la Universidad Técnica Particular de Loja, UTPL) y Máquinas Hidráulicas (Universidad Politécnica de Valencia, UPV) resulta fundamental para el desarrollo de profesionales competentes. Sin embargo, los métodos tradicionales de enseñanza, centrados en clases magistrales y memorización, pueden limitar la comprensión profunda y la aplicación práctica de los conceptos por parte de los estudiantes. En este contexto, surge la necesidad de implementar metodologías activas que promuevan un aprendizaje más significativo y dinámico. Así en la asignatura de Riego, se emplea una metodología híbrida compuesta por Flipped Classroom y ABP mientras que en la asignatura de Máquina Hidráulicas se opta por la combinación de la Flipped Classroom y la Gamificación. Para lograr los objetivos de estas dos asignaturas se realiza una secuencia metodológica ordenada, en el primer momento y a través de las herramientas virtuales se da acceso a los estudiantes al material didáctico de los temas de la asignatura, en un segundo momento corresponde a las clases síncronas en donde se resuelven los problemas e inquietudes de los estudiantes.

Este documento abordará el caso específico de estudiantes de Ecuador (UTPL) y España (UPV), considerando las características y desafíos particulares de cada contexto. Además, se analizarán en detalle tres metodologías activas de gran relevancia: Flipped Classroom, Aprendizaje Basado en Proyectos y Gamificación, su proceso de implementación, resultados, análisis y conclusiones. También se evidencia la percepción de los estudiantes ante la implementación de las metodologías activas señaladas.

2. Metodología

Se describe el proceso metodológico implementado en esta investigación tanto en la asignatura de Riego (UTPL) como en la asignatura de Máquinas Hidráulicas (UPV). Seguidamente se realiza una descripción del contexto de aplicación, participantes, recolección de los datos y procesamiento, además el problema a resolver en las asignaturas de Riego y Máquinas Hidráulicas.

2.1. Contexto de aplicación

2.1.1. Asignatura Riego

La carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador) cuenta con más de 55 años de existencia. La actual formación de la malla curricular de este programa incluye en su totalidad 135 créditos, con asignaturas que se encuentran divididas en la Unidad Básica con 60 créditos y la Unidad Profesional con 75 créditos. En el sexto ciclo académico los estudiantes tienen la posibilidad de seleccionar el itinerario de Saneamiento Ambiental o el itinerario de Ingeniería de Tráfico. La asignatura de Riego se encuentra en la primera fase del itinerario de Saneamiento Ambiental.

En la asignatura de Riego participaron 32 estudiantes en el periodo septiembre 2021 – febrero 2022, 12 estudiantes en el periodo abril – agosto 2022, y 34 estudiantes en el periodo académico abril – agosto 2023. La escala de calificación se pondera de la siguiente manera: Aprendizaje con el Docente valorada (3,5 puntos), Aprendizaje práctico experimental valorada (3.5 puntos), y Aprendizaje Autónomo (3 puntos) sumando un total de 10 puntos. Para el Aprendizaje en contacto con el docente se consideraron: controles de lectura, resolución de problemas, exposiciones y una evaluación por bimestre. Para el aprendizaje práctico experimental se presentó el avance grupal del desarrollo del proyecto, creación de una página web con los contenidos de la asignatura. Finalmente, para el aprendizaje autónomo, los estudiantes llevaron a cabo tareas, ensayos, foros temáticos, desarrollo del Proyecto con la redacción del informe.

Para la evaluación de la asignatura de Riego se consideraron, en el componente del aprendizaje en contacto con el docente: controles de lectura, exámenes, resolución de problemas, en el componente de prácticas experimentales, se incluye la presentación del avance grupal del desarrollo del proyecto, y la creación de la página web de contenidos de la asignatura. En el componente de aprendizaje autónomo los estudiantes presentaron las tareas, ensayos, y el ajuste del desarrollo del proyecto.

2.1.2. Asignatura Máquinas Hidráulicas

La asignatura objeto de estudio en la UPV es una asignatura tecnológica relacionada con la Ingeniería Hidráulica. Esta asignatura, Máquinas Hidráulicas, corresponde al séptimo semestre de los estudios para la obtención del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales. Para la obtención de este grado es necesario completar 240 créditos ECTS repartidos en 4 cursos y 8 semestres. La asignatura es de carácter obligatorio, lo cual hace que tenga un elevado número de alumnos matriculados (entre 250 y 350 entre 2013 y 2023). Estos alumnos se distribuyen en cinco grupos: cuatro en el turno de mañana y un cuarto grupo en el turno de tarde, pensado para compatibilizar los estudios con la actividad profesional. Cada uno de estos cinco grupos de teoría se subdivide en grupos de prácticas con un promedio de 22 alumnos por grupo. La asignatura consta de 4,5 créditos repartidos en 2,4 créditos de lección magistral, 1,2 créditos de prácticas en el aula y 0,9 créditos de prácticas de laboratorio.

En este contexto, se decidió impleantar la metodología de Docencia Inversa en la parte de prácticas de laboratorio, al estar compuesta por grupos más reducidos que facilitaban la utilización de las tutorías para hacer un mejor seguimiento de los resultados alcanzados. Para poder implantar la metodología, los profesores implicados en la experiencia debieron fijarse una serie de objetivos específicos (Llácer Iglesias y Martínez Solano, 2016):

- Definir el material necesario para implementar la metodología.
- Diseñar el material requerido y preparar los módulos interactivos.
- Establecer los hitos o puntos de control necesarios.
- Preparar una rúbrica de evaluación que cubriese las tres fases: antes, durante y después de la clase inversa.
- Realizar un análisis de los resultados para introducción de mejoras en el próximo curso y ampliación a otras partes de la asignatura.
- Compartir la experiencia a través de publicaciones como la presente.

La evaluación se preparó en tres fases coincidiendo con el antes, durante y después:

- Fase 1 (Antes). Antes de comenzar las clases, los estudiantes debían presentar un breve resumen de los protocolos de toma de datos en el laboratorio y realizar un breve tests sobre las medidas de seguridad y control de riesgos en el mismo. Solo entonces podían acceder a la toma de medidas.
- Fase 2 (Durante). Durante el proceso de ensayo de las máquinas seleccionadas, los estudiantes debían reportar algunos datos básicos, contrastarlos con lo que se esperaba y determinar la validez de los mismos. En este punto se incluyó un pequeño concurso que les incentivaba a mejorar sus prestaciones.
- Fase 3 (Después). Una vez acabado el trabajo en el laboratorio y con la ayuda que los profesores les prestamos a través de tutorías en grupos reducidos, los estudiantes debían analizar los resultados obtenidos, extrayendo conclusiones y cuestionándose los posibles errores que pudiesen justificar las discrepancias.

La calificación se realizó a través de una media ponderada de las tres fases, permitiéndose hacer correcciones en caso de detectar errores graves.

2.2. Descripción de la metodología empleada

2.2.1. Asignatura Riego

El proyecto desarrollado en la asignatura de Riego constituyó en el diseño de un sistema de Riego operando tanto a la demanda como a turnos. Se usó ciertas herramientas digitales para abordar el fundamento teórico de cada una de las temáticas del plan de asignatura. Para lo cual se emplearon mapas conceptuales, micro videos, guías y presentación en Genially.

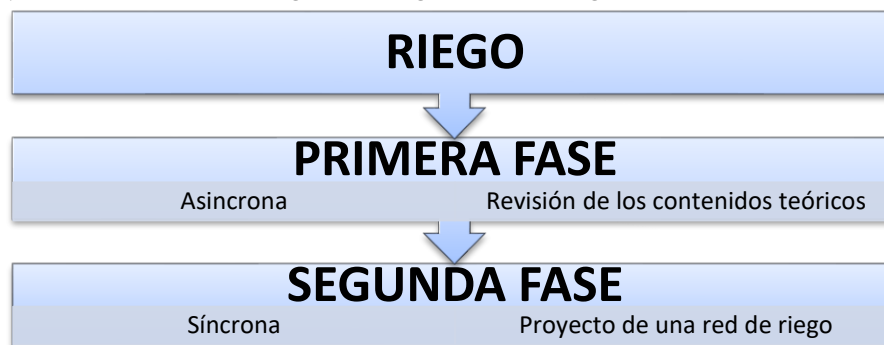
Se menciona a continuación el proceso llevado a cabo para implementar esta metodología en la asignatura de Riego, el cual queda resumido en la Figura 1.

- Se conformaron grupos de trabajo de tres estudiantes cada uno.
- Los estudiantes a través del espacio asíncrono deben revisar todo el contenido teórico que se ha implementado en la herramienta Genially, en cada tema que se aborda en la materia.

- En todas las clases síncronas se resolvieron problemas de aplicación de los temas de la asignatura, de esta manera se aprovecha el espacio síncrono de la asignatura.
- Se asigna a cada grupo el desarrollo de un proyecto que tiene por objeto el diseño de redes de riego operando a la demanda y a turnos, esto lo realizarán en espacio de aprendizaje autónomo.
- En el espacio de aprendizaje práctico experimental los estudiantes crearon mapas conceptuales, infografía, etc. que las incluyeron en la página web de la asignatura.
- Se realizó luego de cada clase una autoevaluación de los estudiantes con respecto de las competencias adquiridas en cada una de las temáticas de la asignatura.
- Para el seguimiento del avance del desarrollo del proyecto se usó el almacenamiento en la Nube a través de OneDrive.

Figura 1.

Esquema de aplicación de la metodología a la asignatura de Riegos en la UTPL.



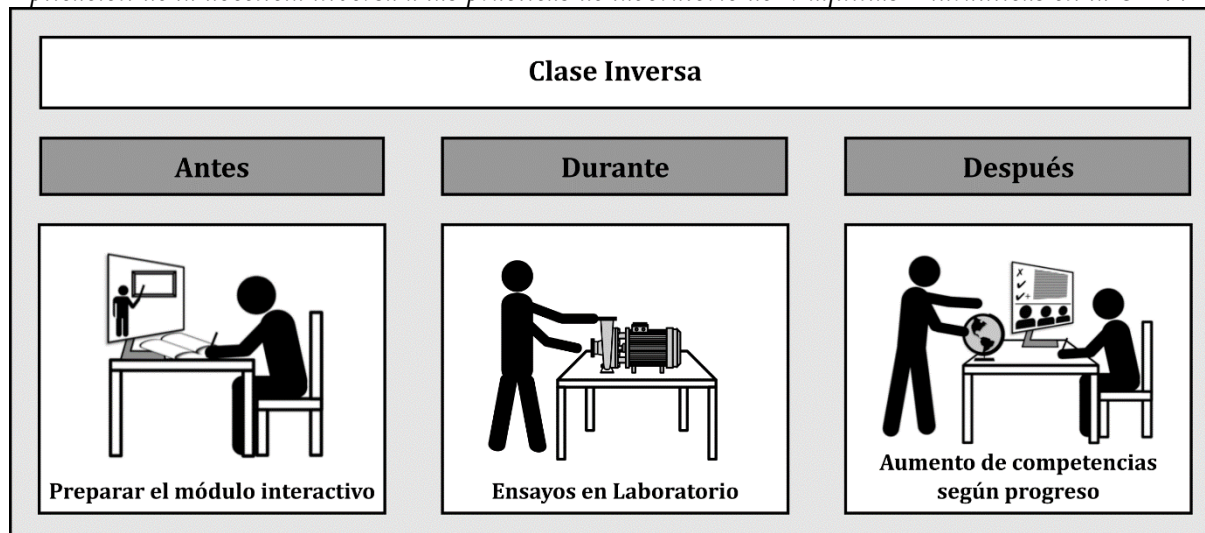
Fuente: Elaboración propia (2024).

2.2.2. Asignatura Máquinas Hidráulicas

En la asignatura de Máquinas Hidráulicas, se utilizó el concepto de Docencia Inversa (aquí descrito como *Flipped Classroom*). El término *flipped classroom* aparece acuñado por primera vez por Bergmann y Sams (2014). A diferencia de la clase tradicional, la docencia inversa implica una preparación previa del material por parte del alumno de forma que los conocimientos básicos, más fáciles de asimilar, se preparan de manera autónoma permitiendo que la clase presencial sea más eficiente al centrarse en los conceptos más difíciles. En la asignatura de Máquinas Hidráulicas se optó por comenzar a aplicar esta técnica en las prácticas de laboratorio, orientadas principalmente al ensayo de bombas centrífugas. La dinámica fue la siguiente, dividida en tres fases (Llácer Iglesias y Martínez Solano, 2016). La Figura 2 muestra de manera esquemática el proceso de aplicación de la metodología *flipped classroom* a la asignatura de Máquinas Hidráulicas.

Figura 2.

Aplicación de la docencia inversa a las prácticas de laboratorio de Máquinas Hidráulicas en la UPV.



Fuente: Adaptado de Rhode (2015).

- Fase 1. Estudio autónomo por parte del alumno de las normas de seguridad básicas en el laboratorio y de los protocolos a seguir para realizar un ensayo de una bomba centrífuga. Para ello se prepararon módulos interactivos con una autoevaluación final que permitió a los estudiantes conocer su nivel de preparación antes de acceder al laboratorio.
- Fase 2. Ensayo en laboratorio de una máquina objeto de estudio. Durante esta fase, el profesor se pudo centrar en la parte más “táctil”, describiendo tanto el funcionamiento de la máquina como el manejo de los distintos instrumentos. De esta forma, los estudiantes comenzaban a manipular las máquinas desde el primer minuto de clase, lo cual permitía profundizar más en las peculiaridades de las máquinas.
- Fase 3. Análisis de los resultados obtenidos de forma híbrida, con preparación previa de manera autónoma por parte de los estudiantes y con tutorías frecuentes para permitir sintetizar dichos resultados, así como extraer conclusiones de los ensayos.

2.3. Recolección y procesamiento de datos

2.3.1. Asignatura Riego

Se obtuvieron las notas de los estudiantes en la materia de Riego de tres periodos académicos en donde también se incluyen las tareas, los informes, los exámenes receptados en la asignatura de Riego, también se incluyeron los ensayos realizados, y la página web del contenido del curso que elaboraron los estudiantes en forma grupal tanto del I y II bimestres. Se aplicaron encuestas de percepción de los estudiantes sobre la metodología implementada en cada tema del plan de asignatura. También se receptó una autoevaluación usando escalas de Likert, para conocer el grado de dominio de los estudiantes en los temas que se trataron en clases síncronas.

Se obtuvieron gráficas con los datos de las encuestas y cuestionarios, en donde se evidenció la percepción de los estudiantes de la asignatura referente a la metodología implementada.

2.3.2. Asignatura Máquinas Hidráulicas

Se han recopilado todas las calificaciones en la asignatura de Máquinas Hidráulicas entre los años 2013 y 2023. La metodología de Docencia Inversa se introdujo en el año 2015. Esto permite comparar resultados antes y después de su introducción. La evaluación se realiza sobre una base de 10 puntos, siendo 5 la puntuación mínima para superar la asignatura. La parte objeto de estudio (prácticas de laboratorio) representan el 20% de la nota final en la asignatura. Se ha considerado interesante hacer un estudio tanto de las notas de prácticas de laboratorio como de la nota global de la asignatura.

Además de las calificaciones de los estudiantes, durante el curso 2016-2017 se elaboró una encuesta interna con preguntas específicas sobre la docencia inversa (ver Figura 3).

Figura 3.

Extracto de alguna de las preguntas sobre docencia inversa realizadas en la encuesta interna (1: Totalmente en Desacuerdo - 5: Totalmente de Acuerdo).

Docencia:	1	2	3	4	5
	(TED)	(MBD)	(IND)	(MBA)	(TDA)
Programación: Antes de la práctica se proporciona información clara sobre la misma (objetivos, programa, metodología y criterios de evaluación).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contenido: Las actividades realizadas en la práctica son de gran ayuda para el aprendizaje de la asignatura.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Profesorado: La profesora contribuye a crear un buen clima de trabajo y anima a los alumnos a participar en las clases.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Profesorado: Teniendo en cuenta las limitaciones, pienso que la profesora que imparte esta práctica debe considerarse una buena profesora.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metodología Docente (Docencia Inversa):	1	2	3	4	5
	(TED)	(MBD)	(IND)	(MBA)	(TDA)
Material: El material docente habilitado en PoliformaT para la práctica es coherente con los contenidos del programa, representa una importante ayuda para su aprendizaje y para alcanzar los objetivos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metodología: Teniendo en cuenta que la docencia inversa implica un trabajo previo a la práctica con ayuda del material disponible, y viendo lo que he aprendido, considero que es una metodología útil para el aprendizaje y adecuada para estas prácticas de laboratorio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Llácer Iglesias *et al.* (2018).

2.4. Proyecto planteado

2.4.1. Asignatura Riego

El Proyecto consiste en realizar el Diseño de sistemas de riego operando a la demanda y turnos, para lo cual se sigue el siguiente proceso:

Tabla 1.

Fases para el diseño de sistema de riego

Fase	Procedimiento
Fase 1 Diseño agronómico	1. Determinación de las variables agronómicas 2. Estimación del caudal ficticio continuo mediante el software CropWat 8.0 de la FAO.
Fase 2 Diseño hidráulico	1. Topología de la red 2. Sistema operando a la demanda 3. Sistema operando a turnos 4. Verificar los parámetros hidráulicos: presión, velocidad y transitorios 5. Modelación de la red usando software

Fuente: Elaboración propia (2024).

Para obtener los caudales circulantes del sistema de riego caso estudio operando a la demanda se usó el Modelo de Clément y para la operación a turnos, se consideró el criterio de equilibrio de caudales en cabecera de la red por cada turno resultante, luego se realiza el diseño hidráulico considerando el criterio de la pendiente hidráulica uniforme y la ecuación de Darcy Weisbach para obtener las pérdidas de carga. Con los resultados obtenidos se modela la red de riego, y se comprueba el cumplimiento de las especificaciones técnicas en el diseño de la red.

2.4.2. Asignatura Máquinas Hidráulicas

El contenido de las prácticas realizadas consiste en la realización de una serie de ensayos sobre distintos bancos de ensayo para bombas centrífugas. En concreto, se montaron tres bancos de trabajo, todos ellos con circuitos hidráulicos sencillos funcionando en circuito cerrado por motivos de sostenibilidad. Todos los bancos están diseñados para obtener puntos que permitan representar las curvas características de altura, potencia y rendimiento de las bombas. Sin embargo, cada banco está diseñado para cumplir un segundo objetivo específico. Así, el primer banco busca comprobar el ajuste con respecto a las curvas del fabricante, el segundo permite comprobar las leyes de la semejanza hidrodinámica y el tercero permite comprobar el comportamiento de los acoplamientos en serie y en paralelo de las bombas. Asociadas a cada uno de los bancos hay una serie de cuestiones que los estudiantes deben resolver mediante el procesamiento posterior de los datos obtenidos en el laboratorio. Los detalles de la dinámica seguida se pueden encontrar en Llácer Iglesias y Martínez Solano (2016).

3. Resultados

Los resultados obtenidos en la implementación de las metodologías activas propuestas en esta investigación se mencionan a continuación.

3.1. Asignatura Riego

3.1.1. Calificaciones por bimestre

En la Tabla 2 y en las figuras 4 y 5 se detallan las calificaciones de los bimestres I y II de los estudiantes de la asignatura de Riego en los periodos académicos correspondientes a los cursos 2022 y 2023. La calificación se realizó sobre una base de diez. También se evidencia el número de mujeres y varones matriculados en la asignatura.

Tabla 2.

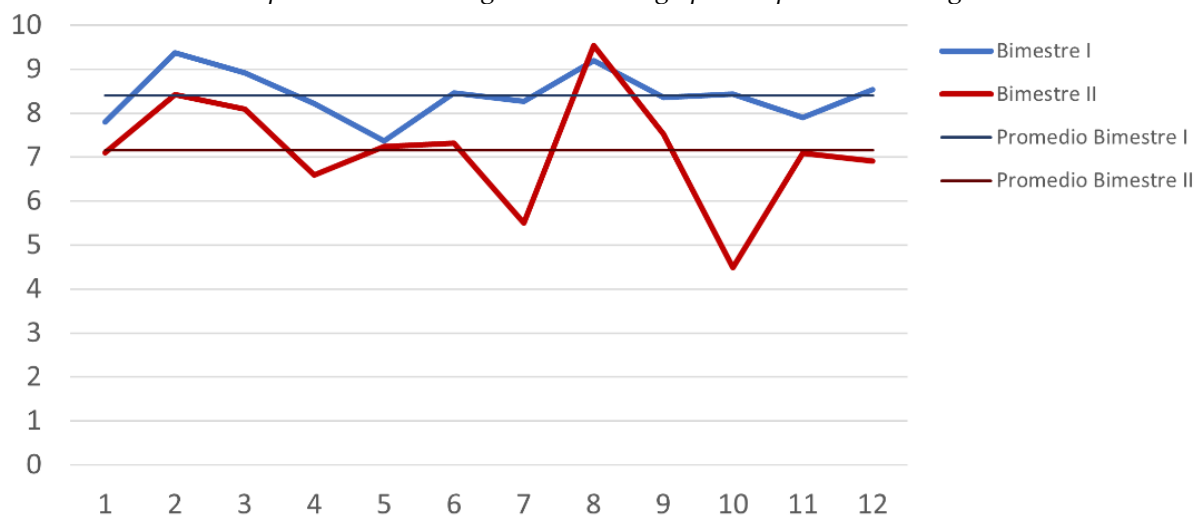
Calificación de estudiantes por ciclo académico, I y II bimestre

	I bimestre	II bimestre	Mujeres	Varones
Sep. 2021- Feb.2022				
Nota promedio	8,5	8,7	8	24
Abril - Agosto 2022				
Nota promedio	8,4	7,2	3	9
Abril - Agosto 2023				
Nota promedio	7,4	7,4	6	28
Total			17	61

Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 4.

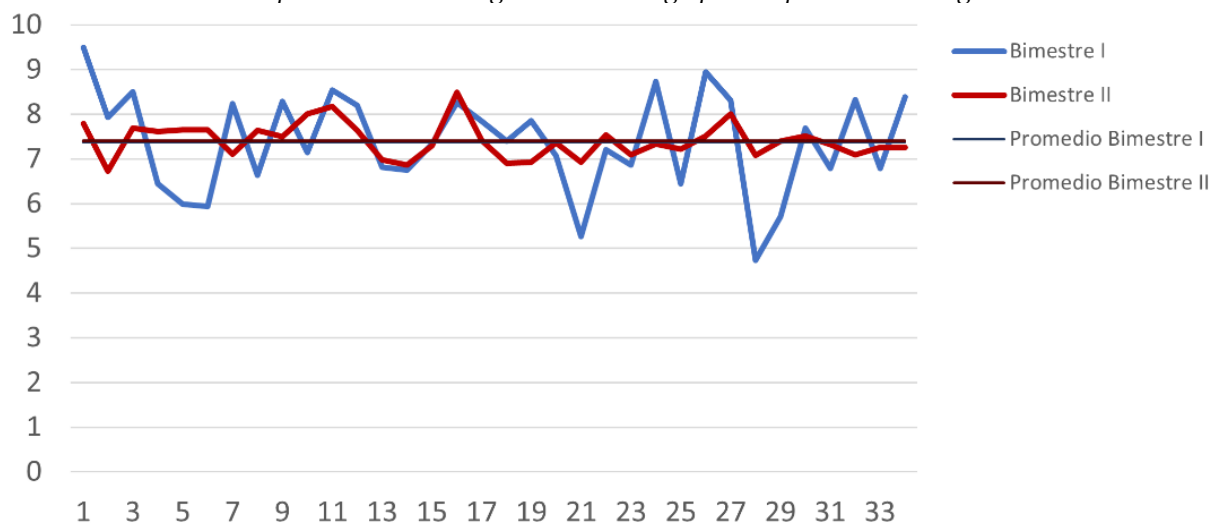
Variación de las notas promedio en la asignatura de Riego para el periodo abril-agosto de 2022.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 5.

Variación de las notas promedio en la asignatura de Riego para el periodo abril-agosto de 2022



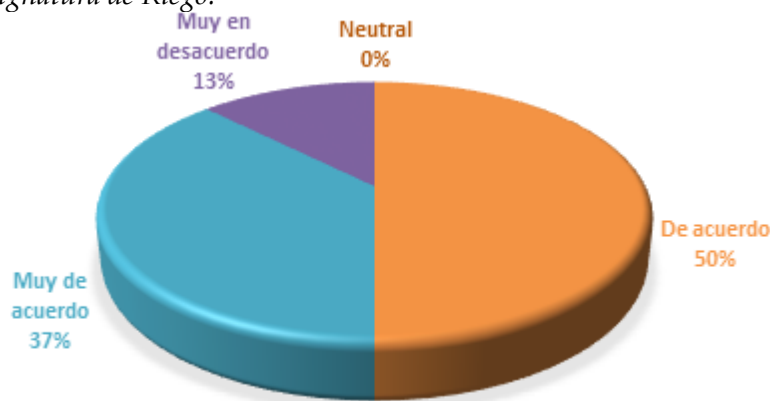
Fuente: Elaboración propia (2024).

3.1.2. Percepción por parte del alumnado

Como parte de la puesta en práctica de la metodología, se prepararon encuestas para determinar el grado de aceptación de los alumnos con respecto a las actividades tales como cuestionarios, material didáctico, proyecto de investigación, y actividades síncronas y asíncronas realizadas durante el periodo académico en cada uno de los temas que contiene el plan de asignatura. De esta forma, se pudo medir el grado de aceptación de los alumnos con respecto al material didáctico, proyecto de investigación, y actividades síncronas y asíncronas y tutorías realizadas en el periodo académico. Estas encuestas permitían cuatro niveles de satisfacción (Muy en desacuerdo, Neutral, De acuerdo y Muy de acuerdo). La Figura 6 muestra los resultados obtenidos sobre la satisfacción del alumnado con las actividades prácticas o de experimentación en la materia de manera general. Se observa que un 87% de los estudiantes están satisfechos (valoración como “De acuerdo” o “Muy de acuerdo”) con la metodología implementada.

Figura 6.

Grado de satisfacción de los alumnos con respecto de las actividades prácticas o de experimentación realizadas en la asignatura de Riego.



Fuente: Elaboración propia (2024)

3.2. Asignatura Máquinas Hidráulicas

Para comprobar la efectividad de la implantación de la nueva metodología, se incluyeron dos formas de evaluación. Por una parte, se procesó la evaluación tradicional, esto es, la que sirve para medir el nivel de adquisición de conocimientos de los estudiantes. Por otra parte, se preparó una encuesta para medir el nivel de aceptación de la metodología. De esta forma era posible evaluar hasta qué punto era conveniente mantener el modelo de docencia inversa. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en ambas pruebas.

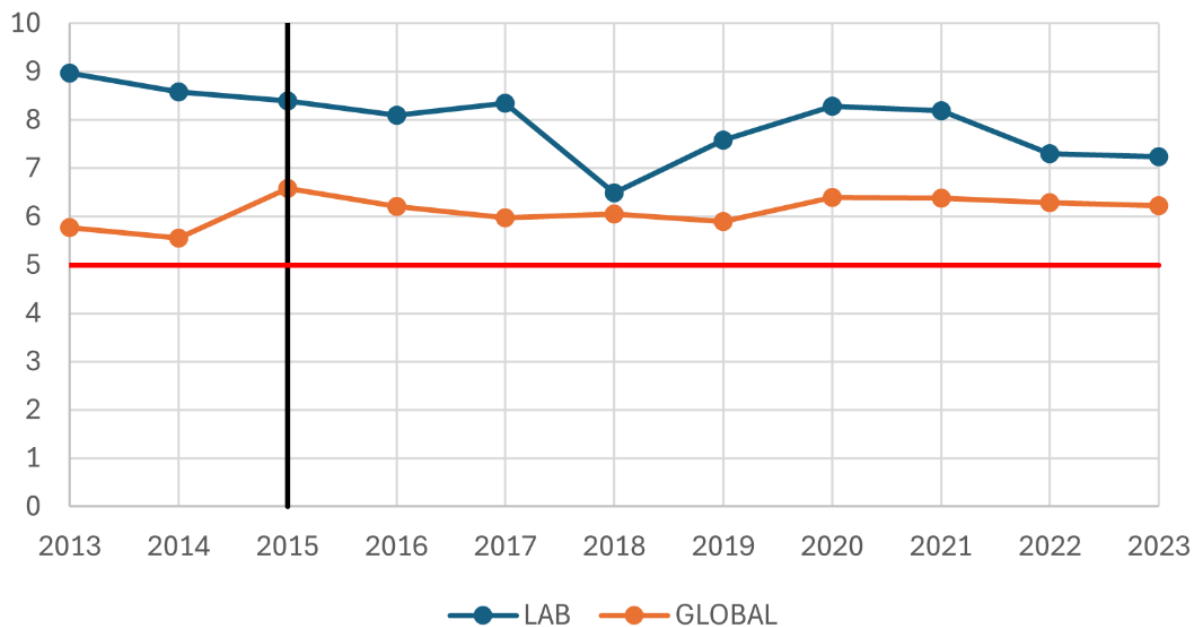
3.2.1. Evaluación del alumnado

Disponer de resultados obtenidos a lo largo de 10 cursos permite tener una base para comprobar el verdadero impacto de la implantación de la metodología de *Flipped Classroom*. En la Figura 7 se presentan los resultados obtenidos año tras año tanto en las notas de prácticas como en la nota global. La metodología presentada se introdujo a partir del curso 2015-2016 (señalada en la figura con la línea vertical en 2015). En esta figura se detecta una anomalía en el año 2018. Dicha anomalía se ha respetado y se debe al impacto que tuvo en la nota de prácticas la detección de varios grupos de estudiantes que tuvieron actitudes deshonestas en la elaboración de los dossieres.

Por su parte, se ha considerado oportuna hacer una representación de las notas de prácticas frente a la nota global (Figura 8). Aquí se han distinguido las calificaciones antes y después de la introducción de la metodología. Las dos figuras presentadas tienen un factor común: antes de la implantación de la docencia inversa las notas de laboratorio eran mejores, pero la introducción de la metodología ha servido para mejorar la nota global de la asignatura.

Figura 7.

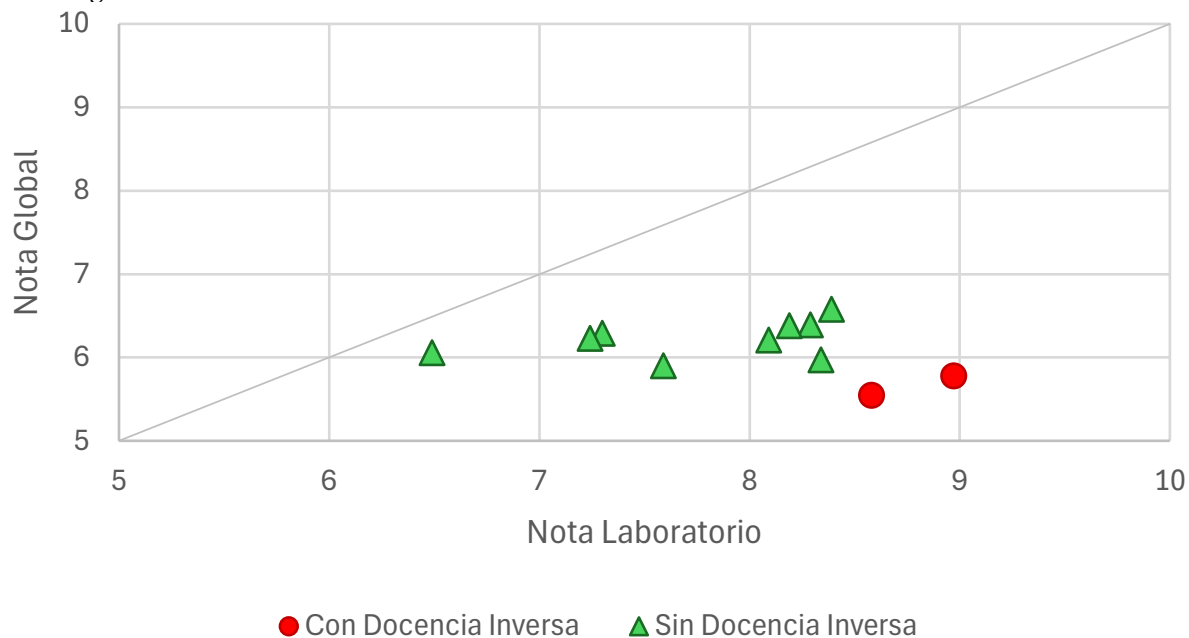
Evolución de las calificaciones en el periodo objeto de estudio



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 8.

Correlación entre las calificaciones correspondientes a las prácticas de laboratorio y la calificación global de la asignatura



Fuente: Elaboración propia (2024).

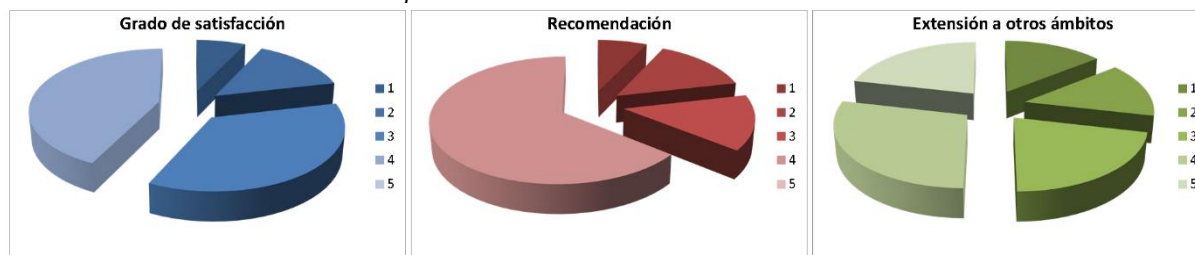
3.2.2. Resultados de las encuestas

Las preguntas incluidas en la encuesta realizada se agruparon en tres grupos:

- Grado de satisfacción con la experiencia basada en la Docencia Inversa.
- Recomendación de la metodología para otros compañeros que no la han seguido.
- Propuesta de extensión de la metodología a otras asignaturas o campos dentro de la propia titulación.

Figura 9.

Resultados de la encuesta interna pasada durante el curso 2016-2017



Fuente: Adaptado de Llácer Iglesias *et al.* (2018).

Los resultados de las encuestas mostrados en la Figura 9 se pueden clasificar como de aceptables, con una media global de la metodología de 3,26 sobre 5. En las tres dimensiones hay más opiniones favorables (4-5) que desfavorables (1-2), aunque queda la preocupación de éstas últimas. Destaca especialmente que en el curso en que se realizó la encuesta, un 65% de los alumnos que contestaron la encuesta recomendaría la metodología a otros compañeros. En el lado negativo es necesario destacar el bajo nivel de encuestas completadas (por debajo del 20% del total de alumnos matriculados).

4. Discusión

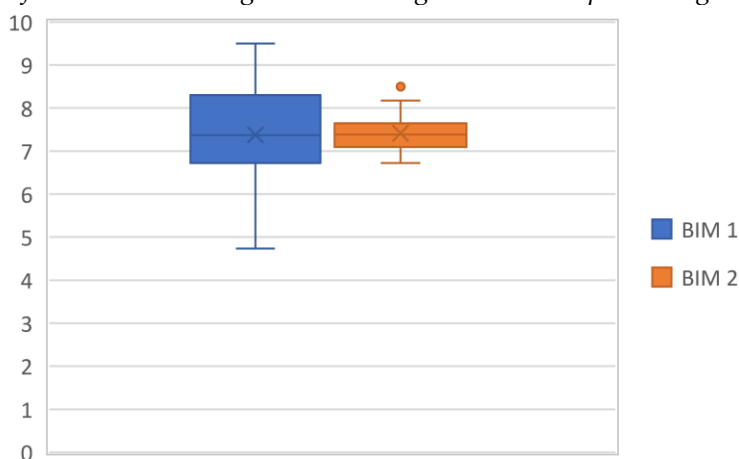
En el caso de la asignatura de Riego (UPTL), solo se han analizado los resultados obtenidos durante dos periodos académicos (2022 y 2023). Además, durante el primer periodo solo 12 estudiantes siguieron la asignatura, lo cual puede condicionar la obtención de resultados estadísticamente representativos. En ambos periodos, se observó que una parte importante del alumnado percibió positivamente la implantación de metodologías activas en la docencia de la asignatura, con un 87% de aceptación. Sin embargo, se observó que las calificaciones durante el primer periodo (abril-agosto de 2022) disminuían entre ambos bimestres, pasando de 8,40 en el primer bimestre a 7,15 en el segundo. Ha de tenerse en cuenta que durante este primer periodo se produjo la implantación de la metodología. A este hecho habría que añadir que dos estudiantes (consignados como estudiante 7 y estudiante 10 por motivos de confidencialidad) tuvieron una caída muy importante en sus resultados lo que, combinado con el reducido tamaño del grupo hizo que los resultados se resintieran de manera notable.

Esta tendencia en los resultados académicos se corrigió en el siguiente periodo (abril-agosto de 2023) ya que en dicho periodo ambos promedios prácticamente se igualaron (7,38 y 7,41, respectivamente). De hecho, si se corrigen los resultados del primer periodo excluyendo los dos estudiantes antes mencionados, los resultados resultan prácticamente idénticos, con una calificación media de 7,58 en el segundo bimestre del primer periodo de aplicación de la metodología.

Con respecto a la asignatura de Riegos, otro resultado que se ha observado es el impacto de la metodología en la dispersión de las calificaciones. El uso del aprendizaje colaborativo hace que con el avance del curso las calificaciones tiendan a igualarse. Así, en el periodo de 2023, la desviación estándar de las calificaciones pasó de 1,1 a 0,4, mejorando ligeramente la nota media como se ha comentado anteriormente y reduciendo la dispersión, tal y como se muestra en la Figura 10.

Figura 10.

Dispersión de las calificaciones en la asignatura de Riegos durante el periodo agosto-abril de 2023



Fuente: Elaboración propia (2024).

En el caso de la asignatura de Máquinas Hidráulicas (UPV), la base estadística es mucho mayor al ser una asignatura obligatoria para la obtención del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. El número medio de alumnos está en torno a los 240. Además, al disponer de resultados previos a la implantación de la metodología, permite ver la comparación entre antes y después de su implantación. En primer lugar, se observó un fenómeno distinto. Las calificaciones de las prácticas de laboratorio (parte sometida a la metodología de docencia inversa aquí presentada) sufrieron un ligero descenso, lo cual se observa de manera notable en la Figura 8. Sin embargo, de manera general, las calificaciones globales de la asignatura mejoran con la implantación de la nueva metodología. La explicación puede estar en que la nueva metodología implica trabajo adicional por parte del alumno, no siempre ejecutado adecuadamente. Sin embargo, este trabajo adicional presenta beneficios a largo plazo en forma de un mejor dominio de la materia y, consecuentemente, una mejora en las calificaciones.

Destaca el hecho de que, a pesar de esa bajada en las calificaciones y la necesidad del trabajo adicional, la mayoría de los estudiantes valoraron positivamente la introducción de la nueva metodología.

Finalmente, se estudiaron con especial detalle los resultados del año 2020. Ese año se afrontó un curso especialmente complicado debido a la pandemia debida al coronavirus SARS-COV-2. Sin embargo, a la vista de los resultados mostrados en la Figura 7, apenas se detectaron cambios ni en la aceptación de las nuevas metodologías por parte de los alumnos, ni en las calificaciones obtenidas. Esta coherencia en los resultados podría interpretarse como una oportunidad para las metodologías activas de aprendizaje, ya que, al menos en este caso, demostraron ser prácticamente inmunes a cambios bruscos en las condiciones de contorno.

5. Conclusiones

En este trabajo se han presentado dos formas distintas de implementar metodologías activas de aprendizaje en dos contextos socioculturales distintos. Por una parte, se combinó la metodología *flipped classroom* en combinación con el Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura de Riego impartida en una universidad ecuatoriana (UPTL). Por otra parte, se ha utilizado la misma metodología *flipped classroom* combinada de manera ligera con la Gamificación en una asignatura de Máquinas Hidráulicas en una universidad española (UPV). Esto ha permitido contrastar el comportamiento de estas metodologías en estudiantes con distinto perfil. En ambos casos, se prepararon encuestas que permitieron comprobar el desempeño de estas metodologías no solo desde el punto de vista de la evaluación, sino también desde la percepción que tenía el alumnado de las mismas.

A pesar de las diferencias, en ambos casos se han observado fenómenos muy similares. Al comienzo de la implantación de las nuevas metodologías, tanto en Ecuador como en España se detectó una ligera bajada en las calificaciones de la parte en la que se aplicaron dichas metodologías. Sin embargo, en el medio plazo estas metodologías llevaron aparejada una mejora global de las calificaciones. Por otra parte, la naturaleza colaborativa de este tipo de metodologías hace que las calificaciones tiendan a igualarse, reduciendo la dispersión de los resultados académicos. Este fenómeno podría haberse visto reflejado en las encuestas de valoración por parte de los estudiantes. En términos generales, no ha sido así ya que los estudiantes de manera mayoritaria perciben de forma aceptable o muy aceptable el uso de metodologías activas. Podría estudiarse la correlación entre las encuestas de percepción y los resultados académicos. Sin embargo, al tener aquéllas un carácter anónimo, este análisis no ha sido posible.

Finalmente, la percepción de los alumnos de estas metodologías ha sido en ambos casos positiva, lo que supone un espaldarazo a las mismas. Además, en el caso de la asignatura de Máquinas Hidráulicas, se ha observado que los resultados obtenidos no se vieron afectados por el confinamiento debido a la COVID-19. Esto permite ser optimistas y tener en cuenta estas metodologías pensando en el futuro.

6. Referencias

- Bergmann, J. y Sams, A. (2014). *Dale la vuelta a tu clase*. Ediciones SM. <https://bit.ly/4ffRoQP>
- Herrera, R. F. (2017). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos de entornos de programación a partir de proyectos de ingeniería civil. *Revista Electrónica Educare*, 21(2), 1-18. <https://doi.org/10.15359/ree.21-2.10>
- Hunt, E. M., Lockwood-Cooke, P. y Kelley, J. (2010). Linked-Class Problem-Based Learning in Engineering: Method and Evaluation. *American Journal of Engineering Education*, 1(1), 79-88. <http://dx.doi.org/10.19030/ajee.v1i1.794>
- Iglesias Rey, P. L. y Martínez-Solano, F. J. (2017). Combinación de una metodología basada en proyectos y de una evaluación competitiva en la asignatura Análisis y modelación de redes de distribución de agua. V. Botti Navarro y M. A. Fernández Prada (Eds.) *IN-RED 2017. III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red* (pp. 1267-1282). Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INRED2017.2017.6828>

- Jiménez Hernández, D., González Ortiz, J. J. y Tornel Abellán, M. (2020). Metodologías activas en la universidad y su relación con los enfoques de enseñanza. *Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado*, 24(1), 76-94. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i1.8173>
- Llácer Iglesias, R. M., Fernández de Velasco Sanz, E. y Martínez Solano, F. J. (2018). Balance de resultados en la aplicación de metodologías activas de aprendizaje en la asignatura de Máquinas Hidráulicas (Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales). En V. Vega Carrero y E. Vendrell Vidal (Eds.), *IN-RED 2018. IV Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red* (pp. 933-947). Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INRED2018.2018.8757>
- Llácer Iglesias, R. M. y Martínez Solano, F. J. (2016). Experiencia en la aplicación de la docencia inversa para el aprendizaje de la asignatura de Máquinas Hidráulicas (Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales). En V. Botti Navarro y M. A. Fernández Prada (Eds.), *In-Red 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red*. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INRED2016.2016.4288>
- Londoño Vásquez, L. M. y Rojas López, M. D. (2020). De los juegos a la gamificación: propuesta de un modelo integrado. *Educación y educadores*, 23(3), 493-512. <https://doi.org/10.5294/edu.2020.23.3.7>
- Palacios Ortiz, F. G., Rodríguez López, W. A., Campoverde Méndez, M. R., Henríquez Antepara, E. J. y Abad Peña, G. (2022). Readaptación pospandémica y empleo de las TICS: percepciones de estudiantes de la Universidad de Guayaquil. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 8-19. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2670>
- Rhode, J. (11 de julio de 2015). Flipped Classroom Resources from UT Austin. Academic & online learning leader embracing emerging #edtech <http://www.jasonrhode.com/flipped-classroom-resources-from-ut-austin>
- Romero Gil, I., Pachés Giner, M. A. V., Hernández Crespo, C. y Sebastiá Frasquet, M. T. (2021, September). ¿Satisfecho con el Aprendizaje Basado en Proyectos?. En J. P. García Sabater y J.C. Cano Escrivá (Eds.), *IN-RED 2021: VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red* (pp. 1160-1170). Editorial Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13440>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Lapo-Pauta, Mireya; **Validación:** Lapo-Pauta, Mireya y Martínez Solano, F. Javier; **Análisis formal:** Lapo-Pauta, Mireya; **Curación de datos:** Lapo-Pauta, Mireya y Martínez Solano, F. Javier; **Redacción-Preparación del borrador original:** Lapo-Pauta, Mireya; **Redacción, Revisión y Edición:** Lapo-Pauta, Mireya y Martínez Solano, F. Javier; **Visualización:** Lapo-Pauta, Mireya; **Supervisión:** Lapo-Pauta, Mireya; **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Lapo-Pauta, Mireya y Martínez Solano, F. Javier.

Financiación: Esta investigación no recibió financiación externa.

Agradecimientos: La experiencia aquí descrita se ha llevado a cabo como parte de los trabajos desarrollados en el EICE DESMAHIA "Desarrollo de metodologías activas y estrategias de evaluación aplicadas al campo de la Ingeniería Hidráulica".

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

AUTOR/ES:

Carmen Mireya Lapo Pauta:

Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)

Doctora por la Universidad Politécnica de Valencia en Ingeniería del Agua y Medioambiental. Se ha desempeñado en el área de la hidráulica en instituciones como CARE Internacional, Pastoral Social de Loja, Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio, Gobierno Provincial de Loja. Actualmente es Docente de la Universidad Técnica Particular de Loja. Su línea de investigación es la Ingeniería Hidráulica en el campo de diseños óptimos de redes de distribución para abastecimiento y riego, automatismos, y en la gestión eficiente del recurso hídrico. En la actualidad es autora de 18 artículos científicos y de divulgación, así como de 11 libros. Ha participado en 18 proyectos de investigación, innovación y desarrollo.

cmlapo@utpl.edu.ec

Índice H: 2

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-5246-083X>

WoS Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/46626407>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/ec/citations?user=5Dk5Cm8AAAAJ&hl=es>

Francisco Javier Martínez Solano:

Dep. Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente
Universitat Politècnica de Valencia (España)

Francisco Javier MARTÍNEZ SOLANO (Cartagena, España, 1970). Profesor en la Universidad Politécnica de Valencia desde 1994. En la actualidad Profesor Titular de Universidad. Ingeniero Industrial (1994) y Doctor Ingeniero Industrial (2002) por la Universidad Politécnica de Valencia. Autor de 46 artículos en revistas indexadas en Web of Science, más de 100 ponencias en congresos y director de 6 Tesis Doctorales. Ha participado como investigador en 32 proyectos tanto nacionales como internacionales. Recientemente he sido Investigador Principal del proyecto WAT-QUAL dentro de la iniciativa RISE (01/01/2018 a 31/12/2019) en el que se ha estudiado el efecto sobre la calidad del agua en redes de abastecimiento de distintos aspectos relacionados con la gestión técnica de las redes.

jmsolano@upv.es

Índice H: 13

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8140-5960>

WoS Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1433855>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=15220688300>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=vOo0pAsAAAAJ>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/F-Martinez-Solano>