

09-006

APPLICATION OF THE FLIPPED LEARNING METHODOLOGY AS A TOOL FOR EDUCATIONAL INNOVATION IN PROJECT ENGINEERING

Sánchez-Barroso, Gonzalo ⁽¹⁾; Carrasco-Amador, Juan Pablo ⁽¹⁾; García-Sanz-Calcedo, Justo ⁽¹⁾; Badilla-Murillo, Félix ⁽²⁾; Aunión-Villa, Juan ⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidad de Extremadura, ⁽²⁾ Tecnológico de Costa Rica, ⁽³⁾ Universidad San Pablo CEU

The professional landscape of project engineering demands that graduates be able to perform a series of skills beyond those acquired during their degree. It requires the ability to diagnose, relate, solve problems, make decisions, manage information, organize their work, time management, teamwork and active learning. The aim of this paper is to present the results of applying the flipped learning methodology as a tool for educational innovation in project engineering. Applying flipped learning allowed to free up time in the classroom as part of the theoretical content was transmitted during the days prior to the session. The time freed up in the classroom was used for the completion of questionnaires, content reinforcement and task tutoring. The implementation was carried out in various subjects of the Industrial Engineering Degrees. The results show better grades in partial and final evaluations than in previous years. Teachers and students agree that it means a greater dedication in time but it is positive for learning. It is concluded that the application of this methodology favors the development of cross-cutting skills in the teaching of project engineering.

Keywords: flipped classroom; flipped learning; educational innovation

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE INVERSO COMO HERRAMIENTA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN INGENIERÍA DE PROYECTOS

El panorama profesional de la ingeniería de proyectos demanda que el egresado sea capaz de desempeñar una serie de competencias adicionales a las técnicas adquiridas durante su formación. Se requiere capacidad para diagnosticar, relacionar, resolver problemas, tomar decisiones, gestionar la información, organizar su trabajo, gestión del tiempo, trabajo en equipo y aprendizaje activo. El objetivo de este trabajo es exponer los resultados de aplicar la metodología de aprendizaje inverso como herramienta de innovación educativa en ingeniería de proyectos. Aplicar el aprendizaje inverso permitió liberar tiempo en el aula al haber sido transmitida parte del contenido teórico durante los días previos a la sesión. El tiempo liberado en el aula se empleó para la realización de cuestionarios, refuerzo de contenidos y tutorización de tareas. La implantación se ha realizado en diversas asignaturas de los Grados en Ingeniería de la Rama Industrial. Los resultados muestran mejores calificaciones en evaluaciones parciales y final que en cursos anteriores. Profesorado y alumnos coinciden en que supone una dedicación mayor en tiempo pero resulta positivo para el aprendizaje. Se concluye que la aplicación de esta metodología favorece el desarrollo de competencias transversales en la docencia de ingeniería de proyectos.

Palabras clave: aula invertida; aprendizaje inverso; innovación educativa

Correspondencia: Gonzalo Sánchez-Barroso Moreno

gsm@unex.es



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1 Introducción

El desarrollo tecnológico del momento en el que vivimos actualmente propia el acceso a una ingente cantidad de información a través de diferentes soportes digitales. El acceso universal a internet permite este intercambio masivo de conocimientos en la era de la información. Este contexto plantó hace unos años la semilla del necesario cambio en la metodología docente universitaria (Cheung & Huang, 2015).

En este contexto, la metodología clásica de transmisión de conocimientos desde profesores a alumnos a través de clases magistrales ha comenzado a resultar prescindible en parte. Muchos de estos conocimientos pueden ser encontrados en la bibliografía especializada. En este momento, el profesor puede convertirse más en un guía para los alumnos en la adquisición de contenidos y no tanto en un mero transmisor de los mismos.

Además, el desarrollo de competencias transversales durante los estudios universitarios de cualquier rama de conocimiento está cobrando cada vez más importancia (Hernández-Linares, Enrique Agudo, Rico, & Sánchez, 2015). Estas competencias se están integrando como parte de las habilidades que debe adquirir un universitario, siendo susceptibles incluso de evaluación (Clares & Morga, 2018).

En concreto, el panorama profesional de la ingeniería de proyectos demanda que el egresado sea capaz de desempeñar una serie de competencias adicionales a las técnicas adquiridas durante su formación (Zamora-Polo, Martínez Sánchez-Cortes, Reyes-Rodríguez, & García-Sanz-Calcedo, 2019). Se requiere capacidad para diagnosticar, relacionar, resolver problemas, tomar decisiones, gestionar la información, organizar su trabajo, gestión del tiempo, trabajo en equipo y aprendizaje activo.

Todo esto va unido a que la educación virtual está incrementando en número de matriculaciones. La flexibilidad en horarios y en la programación temporal, la posibilidad de poder realizarla en cualquier lugar y el coste económico de su oferta son las principales razones. En los últimos años, además, ha proliferado una tipología de cursos virtuales conocidos como MOOC (*Massive Online Open Course*). Estos cursos promueven el acceso gratuito (abierto) y sin límite de alumnos (masivos) a cursos de diferentes niveles de especialización. Son numerosas las instituciones en el mundo que han empezado a trabajar en esta línea. Su principal desventaja radica en la falta de relaciones humanas que son las que permiten trabajar las competencias transversales tan demandadas.

La innovación educativa en el ámbito de la universidad presencial debe abordar el desafío planteado por el acceso masivo a conocimiento especializado y la educación virtual. En este sentido, debe aprovechar la presencialidad para generar un clima de debate y exposición de ideas y contenidos que permita reforzar y fortalecer unos contenidos que pueden ser transmitidos por medios telemáticos con las máximas garantías.

En los últimos años han surgido diferentes metodologías docentes enfocadas a transformar la transmisión de conocimientos tradicional, como son: estudio del caso, aprendizaje basado en problemas o aprendizaje basado en proyectos (Sánchez-Barroso, et al., 2020). Estas metodologías integran la exposición de contenidos aplicados a escenarios concretos, manteniendo la figura del profesor como transmisor de conocimientos (Souza & Dourado, 2015).

Últimamente están apareciendo nuevas metodologías que buscan un aprendizaje activo del alumno, convirtiéndolos en dueños de su proceso de aprendizaje (Gómez-Ejerique & López-Cantos, 2019). Entre otras, destacan: *coaching*, *flipped-learning* y la gamificación (Carrasco-Amador et al., 2020a). El alcance de este trabajo se circunscribe al ámbito de *flipped-learning*.

El aprendizaje inverso suele conocerse por su nombre en inglés como *flipped learning*

(Carrasco-Amador *et al.*, 2020b). Esta metodología de aprendizaje consiste en poner a disposición del alumnado parte del contenido teórico curricular antes de la sesión presencial. El soporte de este contenido es digital, normalmente. Se suelen recopilar píldoras de video explicativas de conceptos fundamentales y otra documentación, como presentaciones de contenidos, libros y otra documentación técnica.

Esta fase previa debe servir para adquirir una base del contenido que debe ser reforzada en la siguiente sesión presencial. Las sesiones presenciales evalúan el grado de asimilación de conceptos de los alumnos y, a continuación, abordan las cuestiones que estos planteen. Posteriormente, el profesorado termina transmitiendo el temario más específico no comunicado previamente para completar la

Kerr (2015) destacaron que no existen muchos estudios empíricos que investigan acerca del impacto de implementar el modelo de clase invertida en universitarios de ingeniería. Karabulut-Ilgü, Jaramillo Chérrez & Jahren (2018) llevaron a cabo una revisión sistemática de la literatura relativa a la aplicación del aprendizaje inverso en el ámbito ingenieril. Los resultados muestran que sólo el 5% de los trabajos analizados reportaban resultados negativos tras implementar esta novedosa metodología.

Chiang & Wang (2015) evaluaron los resultados de implantar este modelo en una asignatura en un máster de especialización en Ingeniería Informática. Concluyeron que los estudiantes exhibieron un mayor interés por el aprendizaje cooperativo, son más participativos en clase y desarrollan habilidades de autorregulación y autogestión.

Baytiyeh & Naja (2017) compararon los resultados de aprendizaje de estudiantes de ingeniería de estructuras bajo el modelo invertido con otros bajo el enfoque tradicional. Detectaron mejores notas en los primeros. Además, éstos declararon que creen haber desarrollado habilidades en estrategias de resolución de problemas, pensamiento crítico, confianza en sí mismos y trabajo en equipo.

Esta metodología ha sido implementada con éxito en asignaturas de ingeniería de diferente índole. Variadas experiencias han sido reportadas en ingeniería mecánica (Kanclopoulos, Zalimidis, & Papanikolaou, 2017), ingeniería térmica (Pena, *et al.*, 2017), ingeniería de software (Martin Paez, 2017), mecánica de materiales (Suwapaet, 2018) e ingeniería agronómica (Nazario *et al.*, 2020). La combinación de este modelo con otras técnicas de enseñanza innovadoras, como la gamificación, mostraron excelentes resultados en la práctica (Jo, Jun, & Lim, 2018; Ordieres-Mere, Gonzalez-Marcos, & Alba-Elias, 2018).

El objetivo de este trabajo es exponer los resultados de aplicar la metodología de aprendizaje inverso como herramienta de innovación educativa en ingeniería de proyectos.

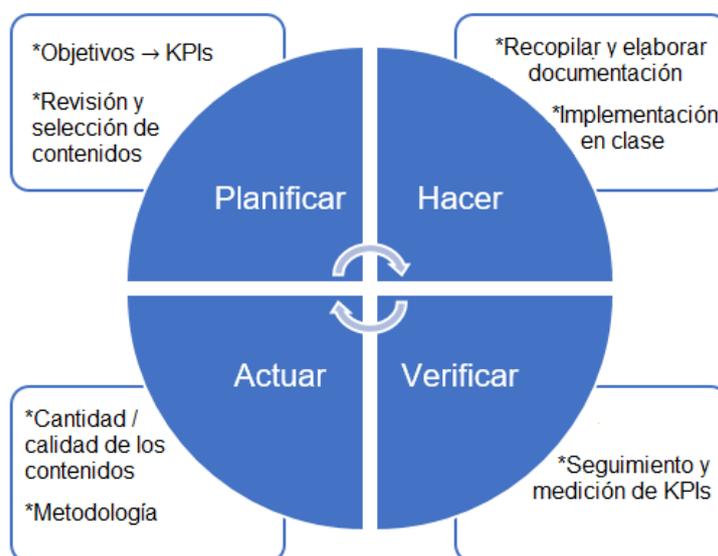
2 Metodología

La premisa de la que parte esta metodología docente es liberar tiempo en el aula al haber sido transmitido parte del contenido teórico durante los días previos a la sesión. A partir de ello, se ponen en marcha las siguientes acciones integradas en el ciclo de la mejora continua, como se puede ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

La metodología de este caso de estudio comenzó por hacer una revisión exhaustiva de los contenidos de la asignatura para decidir cuáles eran susceptibles de adelantarse telemáticamente. Una vez identificados, se procedió a recopilar y elaborar la documentación especializada necesaria para asegurar la correcta asimilación de temario por parte de los alumnos. El material puesto a disposición de los alumnos estuvo compuesto por presentaciones de contenidos, enlace a videos donde se ponen en práctica dichos contenidos, así como cuestionarios, referencias bibliográficas y otro material interactivo de libre acceso. Se buscó enlazar aquellos libros que estuvieran disponibles online por medio de la biblioteca

de la Universidad.

Fig. 1. Metodología empleada sobre el ciclo de Deming.



A continuación, se llevó a cabo la implementación de la propuesta en la asignatura objetivo. Se propusieron, además, tres indicadores de desempeño para realizar un seguimiento de este proyecto piloto. En primer lugar, se pretendió liberar, al menos, un 50% del tiempo de la clase magistral para dedicarlo a la resolución de dudas y refuerzo del temario. En segundo lugar, se estableció como objetivo que, al menos, el 75% de los alumnos emplearan los recursos disponibles en el aula virtual. Esto se pudo comprobar con la herramienta de rastreo de lectura en el Campus Virtual. Por último, se consideró como adecuado que, al menos, el 60% de los alumnos superara el test previo a la clase presencial.

Los valores fuera de rango en los indicadores alertarían acerca de diferentes razones de fallo, para entrar en el proceso iterativo opcional para depuración de errores. De esta manera, el primer y el tercer indicador fuera de rango implica que el contenido previo a la sesión no es suficiente en cantidad y/o en calidad, puesto que no permite liberar el tiempo suficiente para otras tareas propias de la clase invertida y/o no permite asegurar la asimilación de contenidos, respectivamente. El incumplimiento del segundo implicaría que el alumnado no ha asimilado su papel de agente activo dentro de su proceso de aprendizaje, lo que debe derivar en acciones de concienciación sobre las bondades de este modelo.

Finalmente, se empleó el Análisis de la Varianza (ANOVA) para comprobar si existe diferencia significativa entre las calificaciones medias de los tres cursos.

3 Caso de estudio

3.1 Descripción de la asignatura

La implantación se ha llevado a cabo en la asignatura “Proyectos” de los Grados en Ingeniería de la Rama Industrial. Se trata de una asignatura común para todas las titulaciones de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura. La media de matriculados de los últimos 3 cursos ha sido 110 alumnos.

El grupo más numeroso suele ser el perteneciente a Ingeniería Mecánica, con 42 alumnos de

media. En Ingeniería Eléctrica suelen contar con 33 alumnos. Ingeniería Electrónica y Automática de media hay 31. Por último, Ingeniería de Materiales tiene 4 alumnos de media.

En esta asignatura se imparte contenido relativo a la teoría general del proyecto ingenieril y su encuadre dentro de la Oficina Técnica. Se trata la morfología del proyecto y las características de cada documento constituyente y los estudios con entidad propia, la normativa y reglamentación del mismo, su planificación económica y temporal, así como su tramitación. La asignatura previamente ya tenía un enfoque eminentemente práctico, puesto que contemplaba la redacción de un proyecto en grupos alumnos. Su naturaleza aplicada encaja perfectamente con la implementación de la nueva metodología docente propuesta.

3.2 Participación de los alumnos

Mediante el rastreo de lectura se pudo comprobar el grado de seguimiento y participación del alumnado en los materiales previos. El porcentaje de participación se puede considerar muy alto, superior al 87% de media. Esto puede ser debido a que se trata de una asignatura de último curso y, por tanto, los alumnos están comprometidos con su aprendizaje.

La motivación de los alumnos fue en incremento, mostrándose reacios en los momentos iniciales. Manifestaron no estar convencidos de que el incremento de trabajo autónomo desembocara en una consolidación de conocimientos y, consecuentemente, en mejores calificaciones. Sin embargo, al cabo de dos/tres semanas de iniciar el curso, desaparecieron las quejas y se fue asimilando adecuadamente esta dinámica de trabajo.

La percepción de los alumnos al final del semestre fue generalmente buena, destacando ellos mismos su rechazo inicial a esta metodología. Cabe destacar una limitación en esta toma de datos y es que se realizó mediante conversación personal entre profesores y alumnos, asumiendo un sesgo.

3.3 Tiempo liberado en el aula

De manera general, se puede decir que se alcanzó el objetivo de liberar un 50% del tiempo presencial para poder llevar a cabo actividades de refuerzo del contenido previamente transmitido. Cabe destacar el bajo índice durante las dos/tres primeras semanas de implantación, donde la falta de práctica de unos y otros no permitió alcanzar el objetivo.

A pesar de cumplir con este objetivo, algunos contenidos fueron revisados para mejorar su entendimiento y el flujo de trabajo.

3.4 Motivación y percepción de los profesores

La motivación de los profesores de la asignatura desde el curso previo al inicio de la asignatura ha sido clave para el éxito de esta propuesta. El momento de enfrentarse a la reedición de los contenidos, que ya estaban consolidados, y enfocarlos para ser entendidos sin apoyo del profesor fue decisivo.

La percepción tras la implantación también es buena, coincidiendo con la visión de los alumnos. Destacan el enorme esfuerzo de tiempo y empatía necesario para poner en marcha estas soluciones docentes. Sin embargo, cabe destacar que ese esfuerzo puede ser aprovechado para promociones siguientes.

3.5 Calificaciones

Las calificaciones promedio de las evaluaciones de este primer año de implantación y los dos cursos anteriores se muestran en la Tabla 1.

La diferencia entre los dos cursos anteriores es de apenas el 1,59%. Por su parte, la diferencia entre el presente curso y el anterior es del 8,63%. Esta mayor diferencia motivó el hecho de

desagregar los resultados por especialidades.

Tabla 1: Resumen de calificaciones de los tres últimos cursos

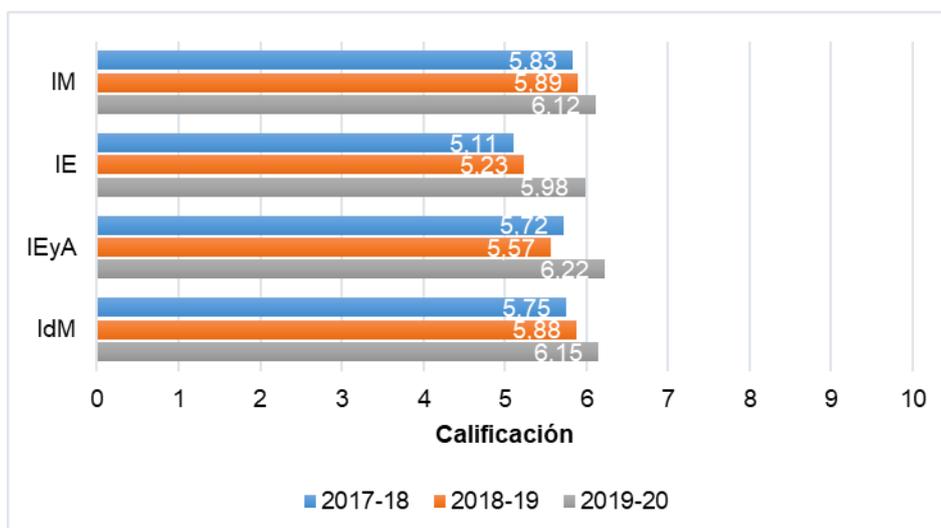
Titulación	Calificación promedio
Curso 2017-18	5,60
Curso 2018-19	5,58
Curso 2019-20	6,12

Las calificaciones medias de cada especialidad atendiendo a cada curso académico en estudio se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Por un lado, la diferencia por especialidades entre ambos cursos previos a la implantación fue desde 0,52% para Ingeniería de Materiales hasta 2,35% para Ingeniería Eléctrica. En Ingeniería Mecánica la diferencia fue de 1,27% y en Ingeniería Electrónica y Automática, del 2,10%.

Por otro lado, el incremento entre el presente curso y el anterior dividido por especialidades fue desde 6,43% para Ingeniería Mecánica hasta 14,34% en Ingeniería Eléctrica. Para Ingeniería de Materiales el incremento fue del 7,52% y para Ingeniería Electrónica y Automática, del 11,07%.

Fig. 2: Calificaciones medias por especialidades.



El análisis de la varianza (ANOVA) que compara las calificaciones entre cursos, con dos grados de libertad, arroja un valor de significancia de 0,655. Este valor es superior a 0,05, por lo que se puede determinar que no existe diferencia significativa entre las calificaciones medias de los diferentes cursos.

3.6 Limitaciones

No se cuenta con datos suficiente cantidad de muestras puesto que es el primer año de aplicación. Será necesario, por tanto, realizar este estudio de evaluación tras otros años para afianzar las conclusiones. Además, sólo se han tenido en cuenta las calificaciones de la

convocatoria ordinaria del curso actual.

4 Conclusiones

Este trabajo muestra un análisis cualitativo y cuantitativo de la implantación de *flipped-classroom* como metodología docente innovadora en Ingeniería de Proyectos. Se recogieron las impresiones de docentes y alumnos antes, durante y tras la implantación. Además, se analizaron las calificaciones obtenidas por el alumnado durante los tres últimos cursos.

Se ha detectado que, durante las sesiones de trabajo no presenciales, el alumno intentó adquirir el conocimiento por sí mismo, trabajando de manera inconsciente competencias transversales de gestión personal del trabajo. De manera general, se puede decir que la acogida por parte del alumno fue baja al inicio, incrementándose rápidamente a medida que se avanzaba en el curso.

Se concluye que esta forma de trabajo permite a los profesores desarrollar clases más interactivas en las que los alumnos dejan de ser actores pasivos en su aprendizaje. Los profesores destacaron un aumento de la confianza de los estudiantes en la exposición de sus ideas a medida que avanzó el curso.

Profesorado y alumnos coinciden en que supone una dedicación mayor en tiempo, pero resulta positivo para el aprendizaje. Se concluye que la aplicación de esta metodología favorece el desarrollo de competencias transversales en la docencia de ingeniería de proyectos.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y a la Consejería de Economía e Infraestructuras por el apoyo a este trabajo de investigación. Este estudio ha sido llevado a cabo a través del proyecto de investigación GR-18029 ligado al VI Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de la Comunidad Autónoma de Extremadura 2017-2020. El trabajo se ha desarrollado con la participación del Grupo de Innovación Docente en Dirección de Proyectos e Ingeniería Gráfica y Proyectual.

5 Referencias

- Baytiyeh, H., & Naja, M. K. (2017). Students' perceptions of the flipped classroom model in an engineering course: a case study. *European Journal of Engineering Education*, 42(6), 1048-1061.
- Carrasco-Amador, J. P., Canito-Lobo, J. L., Sánchez-Barroso, G., González-Domínguez, J., Aunión-Villa, J., Badilla-Murillo, F., & García-Sanz-Calcedo, J. (2020). Flipped learning methodology adapted for application in Graphical Engineering. *Abstracts Book of IV International Conference of Educational Innovation in Building* (pp. 67-68). Madrid, Spain: Universidad Politécnica de Madrid.
- Carrasco-Amador, J. P., Canito-Lobo, J. L., Sánchez-Barroso, G., González-Domínguez, J., Aunión-Villa, J., Badilla-Murillo, F., & García-Sanz-Calcedo, J. (2020). Gamification through ICT questionnaires as a learning methodology in Graphic Expression subjects. *Abstracts book of IV International Conference of Educational Innovation in Building* (pp. 65-66). Madrid, Spain: Universidad Politécnica de Madrid.
- Cheung, W., & Huang, W. (2015). Proposing an framework to assess Internet usage in university education: an empirical investigation from a student's perspective. *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 237-253.

- Chiang, Y. H., & Wang, H. C. (2015). Effects of the In-flipped Classroom on the Learning Environment of Database Engineering. *International Journal of Engineering Education*, 31(2), 454-460.
- Clares, P. M., & Morga, N. G. (2018). Transversal competences at university: psychometric properties of a questionnaire. *EDUCACION XX1*, 21(1), 231-262.
- Gómez-Ejerique, C., & López-Cantos, F. (2019). Application of innovative teaching-learning methodologies in the classroom. Coaching, flipped-learning and gamification. A case study of success. *Multidisciplinary Journal for Education Social and Technological Sciences*, 6(1), 46-70.
- Hernández-Linares, R., Enrique Agudo, J., Rico, M., & Sánchez, H. (2015). Transversal Competences of University Students of Engineering. *Croatian Journal of Education*, 17(2), 383-409.
- Jo, J., Jun, H., & Lim, H. (2018). A comparative study on gamification of the flipped classroom in engineering education to enhance the effects of learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(5), 1626-1640.
- Kanclopoulos, J., Zalimidis, P., & Papanikolaou, K. A. (2017). The experience of a flipped classroom in a mechanical engineering course on Machine Design. *8th IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 496-501). Athens, Greece: IEEE Global Engineering.
- Karabulut-Ilgu, A., Jaramillo Cherez, 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.
- Kerr, B. (2015). The flipped classroom in engineering education: A survey of the research. *International Conference on Interactive Collaborative Learning*, (pp. 815-818). Firenze, Italy.
- Martin Paez, N. (2017). A Flipped Classroom Experience Teaching Software Engineering. *1st IEEE/ACM International Workshop on Software Engineering Curricula for Millennials (SECM)*, (pp. 16-20). Buenos Aires, Argentina.
- Nazario, A. A., Stange Lopes, B. J., Fonseca Carvalho, W. A., & Fernandes, L. M. (2020). Flipped classroom: an experience with senior students from the agronomic engineering course. *Laplace em Revista*, 57(3), 129-140.
- Ordieres-Mere, J., Gonzalez-Marcos, A., & Alba-Elias, F. (2018). Engaging engineering students with daily study through flipped classroom & gamification experience. *12th International Technology, Education and Development Conference*, (pp. 1301-1307). Valencia, Spain.
- Pena, B., Zabalza, I., Uson, S., Llera, E. M., Martinez, A., & Romeo, L. M. (2017). Pilot experience for the application of the flipped classroom in subjects of the field of thermal engineering. *11th International Technology, Education and Development Conference*, (pp. 3601-3610). Valencia, Spain.
- Sánchez-Barroso, G., González-Domínguez, J., Badilla-Murillo, F., Aunión-Villa, J., García-Sanz-Calcedo, J., Carrasco-Amador, J. P., & Canito-Lobo, J. L. (2020). Implementing project-based learning through BIM technology. *International Conference of Educational Innovation in Building* (pp. 59-60). Madrid, Spain: Universidad Politécnica de Madrid.
- Souza, S. C., & Dourado, L. (2015). Problem-based learning (PBL): a learning methodology for innovative educational teaching. *HOLOS*, 182-200.

Suwapaet, N. (2018). Introducing a Flipped Classroom to Engineering Students: A Case Study in Mechanics of Materials Course. *6th International Conference on Education, Concept and Application of Green Technology*, (p. 020041). Semarang, Indonesia.

Zamora-Polo, F., Martínez Sánchez-Cortes, M., Reyes-Rodríguez, A., & García-Sanz-Calcedo, J. (2019). Developing Project Managers' Transversal Competences Using Building Information Modelling. *Applied Science*, 9, 4006.

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo Sostenible**

