

Evaluación y estrategias de mejora de la organización y gestión del tiempo para el desarrollo de un proyecto de diseño en una asignatura experimental del Grado en Ingeniería Química

Evaluation and improvement strategies of the organisation and management of time for the development of a design project in an experimental subject of the Chemical Engineering Degree

B. García-Fayos^a, J.M. Arnal^b y B. Ruvira^c

^aUniversitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, beagarfa@iqn.upv.es, 

^bUniversitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, jarnala@iqn.upv.es  y ^cUniversitat Politècnica de València, Instituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y

Medioambiental, bearuqui@upv.es .

How to cite: B. García-Fayos, J.M. Arnal y B. Ruvira. 2023. *Evaluación y estrategias de mejora de la organización y gestión del tiempo para el desarrollo de un proyecto de diseño en una asignatura experimental del Grado en Ingeniería Química*. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16627>

Abstract

The subject of Experimentation in Chemical Engineering III of the Chemical Engineering Degree of the Universitat Politècnica de València, has been applying the Project Oriented Learning methodology since the academic year 2013-2014 to propose to the students the resolution of a design project of an industrial installation related to the experimental sessions carried out in the laboratory. Throughout the courses, improvements have been made to increase the autonomy and involvement of students as well as the quality of the final work and the development of transversal competences such as teamwork and leadership, practical thinking or oral and written communication. This paper analyses the organization and time management capacity of the students in the realization of the project and presents the educational innovation for its strategic improvement.

Keywords: POL, time management, organization, project, chemical engineering, competences.

Resumen

La asignatura de Experimentación en Ingeniería Química III del Grado en Ingeniería Química de la Universitat Politècnica de València, lleva desde el curso 2013-2014 aplicando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos para plantear al alumnado la resolución de un proyecto de diseño de una instalación industrial relacionado con las sesiones experimentales realizadas en el laboratorio. A lo largo de los cursos se han ido realizando mejoras para aumentar la autonomía e implicación de los estudiantes así como la calidad

del trabajo final y el desarrollo de competencias transversales como el trabajo en equipo y liderazgo, el pensamiento práctico o la comunicación oral y escrita. En este trabajo se reflexiona sobre la organización y gestión del tiempo del alumnado en la realización del proyecto y presenta la innovación educativa para su mejora estratégica.

Palabras clave: ABP, gestión del tiempo, organización, proyecto, ingeniería química, competencias.

1. Introducción

Un ingeniero o ingeniera química es un profesional con amplios conocimientos sobre química y también sobre ingeniería en aplicaciones industriales. Además, debe poseer una capacidad técnica para concebir y desarrollar proyectos, incluyendo la explotación, inspección y mantenimiento de diversos procesos químicos, así como controlar y gestionar la calidad de dichos procesos y de sus productos, y dirigir y gestionar las empresas químicas y los departamentos que las forman (Peñas et al., 2006).

Es por ello que los planes de estudio de los ingenieros químicos no solo se centran en la adquisición de conocimientos, sino que también inciden en la puesta en práctica de dichos conocimientos. Por ello, un gran número de asignaturas incluyen prácticas de laboratorio para que, a través de la experimentación, los alumnos sean capaces de aplicar sus conocimientos teóricos en casos más reales (Peñas et al., 2006).

En el Grado de Ingeniería Química de la Universitat Politècnica de València se pueden encontrar cuatro asignaturas semestrales, de entre 4,5 y 6 créditos ECTS, completamente experimentales en las que los estudiantes deben llevar a cabo una serie de prácticas de laboratorio por grupos. En una de esas asignaturas se trabaja, además, con la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP), que permite que el alumnado traslade los contenidos de las prácticas de laboratorio a la realización de un proyecto de diseño de una instalación química, centrándose no solo en el diseño sino también en la seguridad industrial o la gestión de residuos (Arnal et al., 2012; García-Fayos et al., 2014).

El ABP es un método didáctico que consiste en proponer la realización de un proyecto, basado en un problema abierto similar a los del mundo profesional, donde los alumnos deben aplicar el método científico: analizar el problema, establecer objetivos, investigar y buscar bibliografía, reflexionar sobre posibles soluciones y tomar decisiones para llegar a un resultado adecuado (De Miguel, 2005; Markham et al., 2003; Restrepo Gómez, 2005).

Este tipo de metodología mejora la motivación e implicación del alumnado al enfrentarse a un problema real (lo que suele conllevar una menor tasa de abandono), facilita un aprendizaje autónomo y aumenta la calificación en la asignatura (García Fayos et al., 2019; García-Fayos et al., 2014). Además, el ABP trabaja habilidades profesionales como el trabajo en grupo, el desarrollo de habilidades de liderazgo, la comunicación y la resolución de conflictos, la gestión de la información y del tiempo, el pensamiento creativo, y la toma de decisiones (García Fayos et al., 2019; Woods et al., 2000).

De todas las habilidades profesionales comentadas, la gestión del tiempo es un componente crucial ya que puede llegar a ser uno de los factores clave en la predicción del rendimiento (Garzón Umerenkova & Gil Flores, 2017). La gestión del tiempo se podría definir como la planificación y distribución consciente del tiempo para desarrollar diversas tareas en un periodo de tiempo determinado, aumentando la eficiencia (Garzón Umerenkova & Gil Flores, 2017; Marcén & Martínez-Caraballo, 2012).

Así, se ha observado que ante tareas que perciben como difíciles o que requieren más esfuerzo y dedicación, los alumnos tienden a aplazar su inicio o las posponen para el último momento (Garzón Umerenkova & Gil Flores, 2017). Además, en su estudio sobre la gestión del tiempo en alumnos universitarios, (Marcén & Martínez-Caraballo, 2012) observaron que únicamente un 3,7% de los alumnos establecía un plan de trabajo durante el curso, que casi el 60% realizaba los trabajos con antelación y que en ningún caso leían la lección antes de las clases o repasaban pronto los apuntes. Vieron que la gestión del tiempo no se llevaba a cabo de manera adecuada y, por ello, la mayor parte de la preparación se llevaba a cabo en los días previos al examen o a la entrega de actividades.

Dado que en el ABP el profesor no establece cómo los alumnos deben organizarse para la realización del proyecto, algunos autores proponen designar un coordinador en cada grupo que programe las reuniones, distribuya tareas antes y después de cada reunión y mantenga un flujo de información constante entre todos los miembros del grupo (Woods et al., 2000).

Este trabajo analiza la organización y gestión del tiempo que realizan los estudiantes de una asignatura experimental del Grado en Ingeniería Química en la que se desarrolla un proyecto vinculado con los ensayos realizados a escala de laboratorio y sus posibles estrategias de mejora.

2. Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es evaluar la capacidad de organización y gestión del tiempo que realizan los estudiantes para lograr con éxito un objetivo planteado concreto. Para lograr este objetivo principal se plantean como objetivos específicos:

- Recogida y análisis de datos del seguimiento y dedicación al proyecto así como el grado de desarrollo alcanzado.
- Reflexión sobre la evolución de la asignatura con los cambios metodológicos y de planificación realizados
- Propuesta de mejora para lograr la mejora de la organización y gestión del tiempo del alumnado.

3. Desarrollo de la innovación y metodología

Experimentación en Ingeniería Química III es una asignatura experimental de tercer curso cuatrimestre B de 4,5 créditos ECTS y es la última de las asignaturas experimentales del Grado en Ingeniería Química de la UPV.

La aplicación de la metodología del ABP se realiza en la Unidad Didáctica 1, que tiene por título “Diseño de un proceso industrial” y una duración de 10 semanas. En ella, los estudiantes realizan 6 prácticas de laboratorio que están relacionadas con las etapas del proceso productivo a diseñar, estudiando las variables que afectan a éste y recogiendo datos que se utilizarán posteriormente en el proyecto. En cada sesión, el/la estudiante realiza un informe diario a modo de trabajo académico, pudiendo de esta forma dedicar el tiempo fuera del aula al desarrollo del proyecto. El trabajo académico una vez corregido por el profesorado proporciona feed-back al alumnado que permite su adecuada incorporación al proyecto. Para la resolución de las dudas del proyecto y obtención de feed-back sobre el desarrollo del mismo, los alumnos pueden consultar a los profesores concertando sesiones de tutorías. Desde el curso 17-18, la planificación de la asignatura incluye una sesión de tutorías grupal (semana 6) con el fin de tener al menos un punto de control

de desarrollo del trabajo a lo largo del semestre. Finalmente, en la semana 10 se incluye una sesión para la defensa oral del proyecto y entrega del mismo.

La planificación temporal de las sesiones es la que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Planificación temporal de las sesiones de laboratorio y su relación con el proyecto

Semana	Sesión	Epígrafe del proyecto con el que está relacionado
1	Riesgo químico y seguridad	Seguridad
2	Extracción S-L	Diseño del extractor, DB y DF de la instalación
3	Destilación	DB y DF de la instalación
4	Trituración y tamizado	DB y DF de la instalación
5	Adsorción con carbón activo	Residuos
6	Tutoría grupal	---
7	... (vacaciones)	---
8	--- (exámenes)	---
9	Identificación de plásticos	---
10	Defensa oral del proyecto	---

La asignatura cuenta en el curso 22-23 con 62 alumnos matriculados, divididos en 4 grupos de prácticas en 4 días a la semana, resultando un total de 14 subgrupos de entre 3 y 5 alumnos y alumnas. La innovación metodológica consiste en analizar la situación actual para detectar las causas que dificultan el trabajo progresivo en la asignatura y que impiden cumplir con el objetivo planteado de 60-70 % del proyecto realizado en la semana 6 del cuatrimestre, y en base a ese diagnóstico diseñar la estrategia para lograrlo.

Teniendo en cuenta los objetivos planteados, la metodología para la recogida de datos es la siguiente:

- **Evaluación de diagnóstico sobre la planificación y gestión del tiempo:** consiste en la recopilación del registro de tutorías con el profesor y del registro de reuniones grupales. Para ello se proporciona al alumnado y al profesor un calendario al inicio de curso donde registran las sesiones, la duración y la fecha.
- **Evaluación de diagnóstico sobre el grado de avance del proyecto y los motivos del retraso en su desarrollo:** consiste en el pase de una encuesta de opinión anónima al alumnado con una encuesta de 10 preguntas (una por apartado del proyecto) en la que valoran el grado de avance con una escala de Likert de 4 niveles (Terminado, Gran parte hecho, Empezado, Sin hacer) y una pregunta de respuesta abierta donde exponen el motivo del retraso.

4. Resultados

4.1. Diagnóstico sobre la planificación y gestión del tiempo

En primer lugar se analizarán los resultados en relación a la organización y gestión del tiempo del alumnado a través del registro de tutorías y reuniones de coordinación realizadas con el profesor-tutor y con el propio grupo de trabajo.

La figura 1 muestra la evolución del registro de tutorías y de reuniones de coordinación del alumnado durante la realización del proyecto.

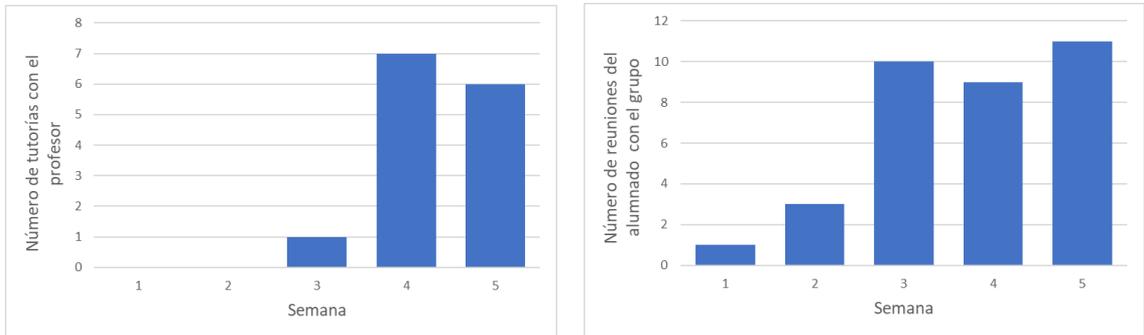


Fig. 1 Registro de Tutorías y reuniones de coordinación para el desarrollo del proyecto

Tal y como se observa, el número de tutorías con el profesor comienza en la semana 3 del cuatrimestre, concentrándose entre la cuarta y la quinta semana, que son las semanas previas a la tutoría grupal, que actúa como punto de control de la evolución del trabajo. Teniendo en cuenta que se tienen 14 grupos de trabajo y se han producido un total de 14 reuniones con el tutor, el promedio de reuniones es 1 por grupo con el profesor-tutor. Este valor está en consonancia con los resultados de cursos previos analizados en otros trabajos, en los que se tenía un promedio de reuniones de entre 0,7 y 1,3 con el profesor-tutor (García Fayos et al., 2019).

Por otra parte se muestra la evolución del número de reuniones realizadas por los grupos con sus compañeros. En ella se observa que las reuniones comienzan en la semana 1 del cuatrimestre, y aumentan progresivamente hasta alcanzar su máximo en la semana 5 del cuatrimestre, que es la semana previa a la tutoría grupal. El promedio de reuniones de grupo es de 2,4 en el curso 22-23. Es lógico que las reuniones en grupo comiencen antes que las del profesor, ya que deben discutir aspectos básicos del diseño y plantearlo previo a su presentación en la tutoría. También es esperable que el máximo de reuniones grupales se concentren en las semanas previas a la tutoría grupal ya que deben poner en común y discutir los avances del proyecto para dar una respuesta coordinada en la sesión de tutoría grupal. El adelanto de la sesión de la tutoría grupal de la semana 10 a la semana 6 que se decidió en el curso 16-17 sigue ofreciendo resultados positivos y similares a los cursos previos analizados en trabajos anteriores (García Fayos et al., 2019), y se mantiene la tendencia de acumulación de sesiones en las proximidades de la tutoría grupal. Dado que para realizar el diseño necesitan haber realizado al menos las 4 primeras prácticas de laboratorio, la reubicación de la sesión de tutorías grupales a la semana 6 parece haber solucionado el problema que se planteó en cursos previos (García Fayos et al., 2019) en el que el alumnado concentraba su asistencia a tutorías de

seguimiento la semana previa a la entrega del trabajo, lo que no permitía la realización del proyecto de forma progresiva y mostraba una inadecuada gestión del tiempo y planificación.

4.2. Avance del proyecto

Como se ha comentado previamente, se recomienda alcanzar un grado de avance del proyecto en promedio del 60-70 % en la semana 6 del cuatrimestre. En este curso se ha alcanzado un promedio del 42.2 % del proyecto terminado o gran parte hecho en dicha sesión.

Los resultados por apartados del proyecto se muestran en la figura 2. Se observa que objetivos, diseño del extractor, diagrama de bloques y diagrama de flujo son los apartados más avanzados, calificándolos con 64.3, 42.9, 35.7 y 35.7 % respectivamente, como estado de “terminado”. Los apartados que no están empezados o poco avanzados son la introducción y los residuos con porcentajes del 74.7 y 42 % respectivamente de grupos que afirman que están “sin hacer”.

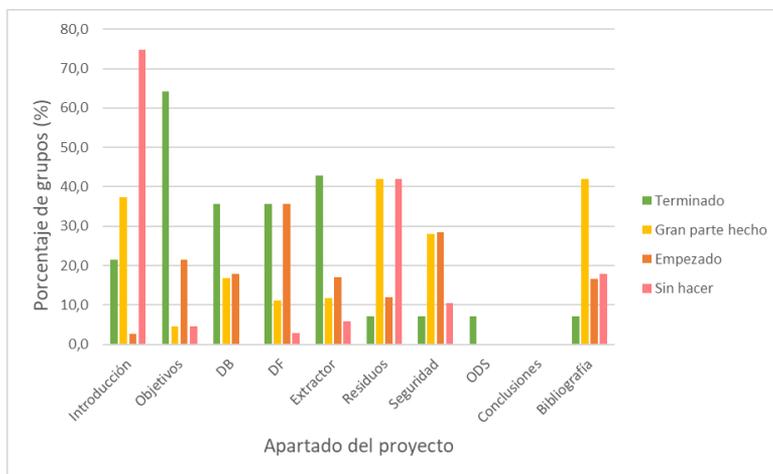


Fig. 2 Avance de los apartados del proyecto

Finalmente en relación a los motivos que proporcionan los alumnos para justificar no haber logrado el objetivo en el grado de avance del proyecto propuesto, se presentan los resultados en la figura 3.

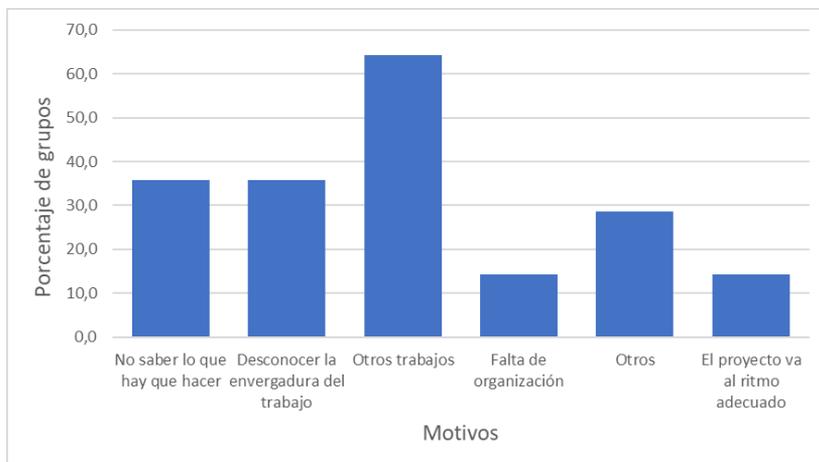


Fig. 3 Motivos del retraso en el proyecto

Se observa que mayoritariamente (64.3 %) los alumnos alegan tener “otros trabajos” para justificar el retraso en el desarrollo del proyecto, pero también afirman “no saber lo que hay que hacer” (35.7 %) o “desconocer la envergadura del trabajo” (35.7 %). Para ello sugieren que se les entreguen trabajos similares como referencia o que se nombre un coordinador o responsable de organizar el trabajo y las fechas de entrega.

4.3. Propuestas de mejora

La aplicación del ABP en la asignatura ha permitido reflexionar sobre su implementación y proponer mejoras tanto para la gestión del tiempo como de la tutorización (García Fayos et al., 2019). El aspecto principal que se ha seguido repitiendo a pesar de las mejoras introducidas en el curso 18-19 ha sido el incumplimiento del grado de avance requerido en el proyecto en la semana 6 del cuatrimestre. Desde entonces se han desarrollado diferentes estrategias con el fin de mejorar la motivación del alumnado para iniciar el trabajo antes a través de:

- Adelanto de la explicación del proyecto, contenidos, objetivo de desempeño marcado a la primera sesión de clase de la asignatura desde el curso 18-19 hasta el curso actual.
- Incluir una reflexión grupal sobre las consecuencias de acumulación del trabajo en las semanas previas a la entrega desde el curso 18-19 hasta el curso actual.
- Adelanto a la primera semana de la entrega del índice del trabajo de la asignatura así como la configuración de grupos de trabajo desde el curso 18-19 hasta el curso actual.
- Envío de mails recordatorios de la tutoría grupal con 2 semanas de antelación a la sesión prevista desde el curso 21-22 hasta el curso actual.
- Asignación de un tutor de la parte de diseño y otro de seguimiento para cada grupo desde la primera semana de clase de la asignatura desde el curso 19-20 hasta el curso actual.
- Seguimiento informal del profesor tutor en cada sesión de laboratorio sobre la marcha del proyecto desde el curso 22-23 hasta el curso actual.

Dado que no se ha alcanzado el grado de avance fijado en el proyecto, se valora para el curso que viene adoptar nuevas estrategias para lograrlo, dotando al alumnado de un mayor protagonismo en el proceso y su implicación en la planificación y seguimiento.

Las estrategias propuestas para el curso 23-24 son las siguientes:

- Implantar la figura del coordinador de proyecto y recursos humanos como gestor de la organización del trabajo en cada grupo. Será el encargado de repartir el trabajo, consensuar las entregas parciales, fijar las fechas de entrega, contactar con el profesor-tutor del diseño y el tutor de seguimiento y registrar las reuniones y tutorías realizadas.
- Proporcionar directrices y formación básica sobre planificación del proyecto y asignar una tarea inicial de planificación al grupo en la sesión de presentación de la asignatura. Al finalizar el cuatrimestre evaluar el grado de cumplimiento del plan inicial planteado en una reunión de “focus-group”.
- Establecer una fecha de entrega parcial del proyecto en la semana 6 del cuatrimestre (coincidiendo con las tutorías grupales) cuyo contenido sea el diseño íntegro de la instalación (extractor, diagrama de bloques y diagrama de flujo). Se mantendrá la fecha de entrega final en la semana 10 del resto del proyecto.

Evaluación y estrategias de mejora de la organización y gestión del tiempo para el desarrollo de un proyecto de diseño en una asignatura experimental del Grado en Ingeniería Química

- Aumentar el porcentaje en el peso final de la nota de la asignatura del proyecto, pasando de un 25 % actual a un 50 %, con dos entregas que valdrán un 25 % cada una (entregable 1 en la semana 6 y entregable 2 en la semana 10). Si se asigna un porcentaje mayor al proyecto se equilibra el número de horas dedicadas para su realización con el peso final en la nota de la asignatura, lo que puede ser de utilidad y motivación para el alumnado.
- Reducir la carga de trabajo semanal con los informes diarios, planteando que realicen una ficha de registro del experimento en el laboratorio en lugar de un trabajo académico. De esta manera no hay actividades extra a realizar fuera del horario de la asignatura, pudiendo dedicar todo el tiempo al proyecto.

5. Conclusiones

Las principales conclusiones que se alcanzan de este trabajo son:

- Es posible implementar la metodología ABP en asignaturas experimentales relacionando las prácticas de laboratorio bajo un mismo hilo conductor y que éste tenga su traslado a un proyecto.
- La organización de la asignatura debe permitir una dedicación mayoritaria del tiempo no presencial a la realización del proyecto, ya que la realización de otros trabajos tales como las memorias o informes restan tiempo de dedicación al proyecto y son causa de su retraso.
- La estrategia de planificación no dirigida de la organización del trabajo para el desarrollo del proyecto en alumnos sin experiencia no es eficaz, a pesar del seguimiento informal realizado con tutorías y charlas informales, así como recordatorios y anuncios por parte del profesorado. El alumnado retrasa el inicio del trabajo hasta la semana previa a la sesión de control de la tutoría grupal, alcanzando un grado de avance del proyecto un 50 % inferior al planteado como objetivo.
- Como mejoras para los próximos cursos académicos se plantea implantar la figura de coordinador de grupo para la organización y gestión del trabajo al inicio del cuatrimestre, proporcionar directrices y formación básica sobre planificación del proyecto, asignar una tarea inicial de planificación al grupo y evaluar el grado de cumplimiento del plan inicial planteado, establecer la sesión de tutorías grupal como fecha de entrega intermedia del proyecto asignándole un porcentaje relevante de la calificación final de la asignatura, y aumentar el porcentaje de la calificación del proyecto (de las 2 entregas) en la nota final de la asignatura.

6. Referencias

- Arnal, J. M., Sancho, M., & Garcia-Fayos, B. (2012). Evaluation by the students of the implementation of Project Oriented Learning in an experimental subject of Chemical Engineering. In *Inted2012: International Technology, Education and Development Conference* (pp. 1–6).
- De Miguel, M. (2005). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. In *Orientaciones para promover el cambio metodológico en el EEES*. Madrid: Ministerio de educación.
- García Fayos, B., Sancho, M., & Arnal, J. M. (2019). Lecciones aprendidas a partir de la experiencia de la aplicación del aprendizaje basado en proyectos en el Grado en Ingeniería Química de la UPV. *Proceedings INNODOCT/19. International Conference on Innovation, Documentation and Education*, 1–10. <https://doi.org/10.4995/INN2019.2019.10067>

- García-Fayos, B., Sancho, M., & Arnal, J. M. (2014). A role playing approach to teach safety, environment and organization skills in a chemical engineering course. *8th International Technology, Education and Development Conference*, 1333–1339.
- Garzón Umerenkova, A., & Gil Flores, J. (2017). Gestión del tiempo y procrastinación en la educación superior. *Universitas Psychologica*, 16(3), 124–136.
- Marcén, M., & Martínez-Caraballo, N. (2012). Gestión eficiente del tiempo de los universitarios: evidencias para estudiantes de primer curso de la Universidad de Zaragoza. *Innovar*, 22(43), 105–130.
- Markham, T., Larmer, J., & Ravitz, J. (2003). *Project-Based Learning Handbook: A Guide to Standards Focused Project-Based Learning for Middle and High School Teachers*. Buck Institute for Education.
- Peñas, F. J., Barona, A., Elías, A., & Olazar, M. (2006). Implementation of industrial health and safety in chemical engineering teaching laboratories. *Journal of Chemical Health and Safety*, 13(2), 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.chs.2005.04.002>
- Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9–20.
- Woods, D. R., Felder, R. M., Rugarcia, A., & Stice, J. E. (2000). The Future of Engineering Education: Part 3. Developing Critical Skills. *Chemical Engineering Education*, 34(2), 108–117.