

El proyecto como pilar del aprendizaje en ingeniería agronómica

Carmen Virginia Palau, Jaime Arviza, Iban Balbastre

Departamento Ingeniería Rural y Agroalimentaria
Universitat Politècnica de València, España

Introducción

La docencia universitaria está cambiando su modelo hacia metodologías más activas y dinámicas centradas en el alumnado y adaptándose a las necesidades de las diferentes áreas en las que se aplica, incluyendo las ingenierías (Rodríguez y Fernández-Batanero, 2016). Actualmente, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) se está implantando en numerosas materias de ingeniería, formando en las competencias que exige este entorno laboral (Chinnowsky *et al.* 2006; Fernández y Duarte, 2013; Ríos *et al.*, 2010; Morales *et al.*, 2015; Palau y Arviza, 2016). El acercamiento a la realidad profesional que supone el ABP con respecto a otras metodologías de aprendizaje tradicionales se hace patente en el aula (Rodríguez y Fernández-Batanero, 2017). Además, estas nuevas estrategias centradas en el estudiante permiten una mayor implicación, y que sea él, el protagonista de su propio aprendizaje (García-Sevilla, 2008).

Cada vez más, en el ámbito universitario se está apostando por este tipo de metodologías activas. Con el ABP se ha demostrado que el alumnado muestra mayor capacidad de análisis y resolución de problemas (Ausín *et al.*, 2016; Finkelstein *et al.*, 2010). Su autonomía, responsabilidad y compromiso hacia el proyecto logra acercarlos a la realidad profesional con buenos resultados en la toma de decisiones (Ulseth *et al.*, 2011). En este sentido, constituye un nuevo paradigma para el docente, donde no es la parte activa, sino que guía y orienta al grupo que trabaja de forma colaborativa en la resolución del problema planteado.

Situar al estudiante en contextos reales de enseñanza que le son ajenos, es en sí, un reto y un elemento innovador que invita a activar conocimientos procedentes de su vida académica y de su experiencia personal, y a afrontar el proyecto con una motivación adicional que le ayuda a adquirir las competencias que se le piden.

Cita sugerida:

Palau, C. V., Arviza, J., Balbastre, I. (2020). El proyecto como pilar del aprendizaje en ingeniería agronómica. En L. Habib-Mireles (Coord.), *Tecnología, diversidad e inclusión: repensando el modelo educativo*. (pp. 157-165). Eindhoven, NL: Adaya Press.

No obstante, estos nuevos procesos de aprendizaje requieren un cambio tanto en los roles de los participantes, como en aquellos aspectos como los planes de estudio, la dinámica de las clases y la evaluación de la materia, aspectos todos que necesitan reflexionarse y reprogramarse si se quiere lograr mayor calidad en el proceso de aprendizaje.

Metodología

Contexto

La Universitat Politècnica de València (UPV) se ha involucrado activamente en la incorporación de estas metodologías de enseñanza-aprendizaje, promoviendo un cambio metodológico dentro del marco del Espacio Europeo de Educación Superior. Existen numerosas experiencias en diversos ámbitos que aplican este tipo de estrategias en asignaturas de grado y máster. Técnicas como el método del caso, el aprendizaje basado en problemas o aprendizaje cooperativo se describen y llevan a la práctica en el aula mostrándose como experiencias renovadoras para el docente y motivadoras para el alumnado (Andreu-Andres *et al.*, 2008).

En este contexto, en el curso académico 2017- 2018 se inició la metodología de aprendizaje basado en proyectos en la asignatura de Tecnología Hidráulica del máster de Ingeniería Agronómica. Con ella, el alumnado en equipos, diseña y desarrolla un proyecto de ingeniería dentro del campo de la hidráulica agrícola. De esta forma, afronta un problema dentro de un escenario real que debe estructurar, planificar y esforzarse por encontrar soluciones para resolverlo. El proyecto se ha llevado a cabo durante 3 cursos académicos con aproximadamente 60-75 alumnos matriculados.

Desarrollo del proyecto

El aprendizaje basado en proyectos plantea un problema como punto de partida. En este caso, es un problema común que consiste en el desarrollo y redacción del proyecto de abastecimiento de agua en una zona de cultivo con precipitaciones insuficientes. Consecuentemente, el alumnado piensa, diseña, plantea y proyecta las obras de infraestructura de una red colectiva de riego a presión. En concreto, en un determinado contexto con un medio físico donde las condiciones técnicas y agrícolas son diferentes, analizan y estudian posibles soluciones el diseño para abastecer de agua a los cultivos. Este trabajo les proporciona una visión global de un proyecto desde su inicio hasta su solución.

Para la resolución o desarrollo del proyecto, el alumnado debe estimar los volúmenes de agua necesarios en el cultivo estudiado, cómo abastecer de agua a la explotación agrícola y si la energía hidráulica es suficiente para que el sistema de riego funcione eficientemente. Todos estos objetivos de aprendizaje están contemplados dentro de la asignatura y el alumnado los va adquiriendo de forma aplicada a través del desarrollo del proyecto (Figura 1). La duración del trabajo se estima en 8 semanas, estableciendo una serie de entregas parciales que permiten su seguimiento y continuidad.

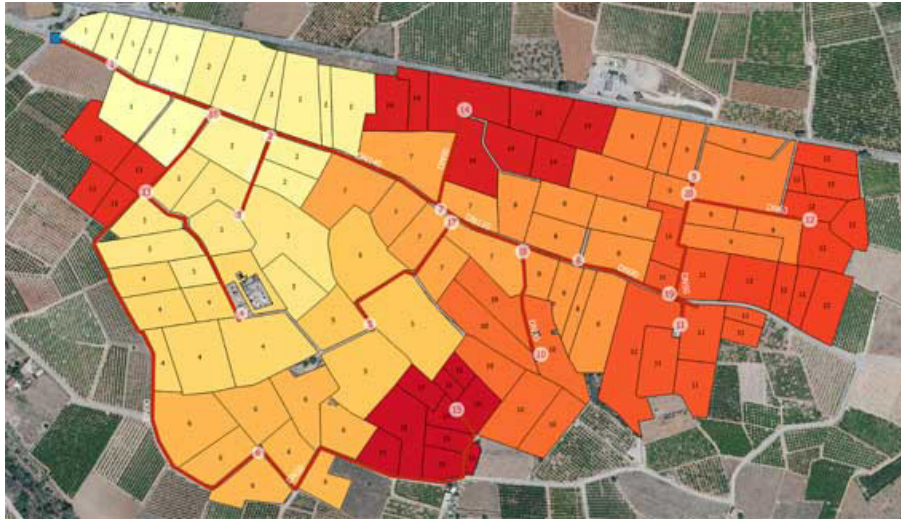


Figura 1. Diseño de red de transporte a través de herramientas informáticas. Proyecto Picassent (Valencia), curso académico 2018-2019

Inicialmente en el primer curso académico, el proyecto se planteó en grupos de tres alumnos establecidos al azar. Consecuentemente, el alumnado trabajaba en un equipo con miembros no conocidos lo que le permitía potenciar su habilidad social, la resolución de conflictos y de liderazgo dentro del grupo. Tras este primer curso, se detectaron diferencias significativas entre aquellos estudiantes que habían cursado materias de ingeniería del riego y los que no lo habían hecho. Por tanto en cursos posteriores, los grupos se establecieron al azar pero condicionados a que alguno de sus miembros hubiese cursado esa materia para evitar estos desequilibrios.

Además, en ocasiones, han aparecido conflictos entre los participantes del equipo y el docente ha actuado de mediador utilizando un protocolo para la resolución de los mismos que se facilita al alumnado al inicio del proyecto. Este protocolo recuerda lo que es el trabajo colaborativo en equipo y que existen roles de participación positivos que encauzan el proyecto en una línea adecuada y roles negativos que pueden empeorar esta sintonía. También, trata el tema de los liderazgos y de la adecuada planificación del trabajo. Finalmente, el protocolo establece las pautas concretas a seguir cuando un equipo presenta un conflicto durante el desarrollo del proyecto de Tecnología Hidráulica.

Adicionalmente, como guía del proyecto, se establecen una serie de fases que permiten el seguimiento del mismo y su planificación:

- Fase 1. Los equipos buscan y ordenan la información de partida necesaria para el diseño del sistema hidráulico, y establecen y discuten las estrategias de funcionamiento, de tal forma, que se cubran las necesidades hídricas de los cultivos que se pretende regar.
- Fase 2. Los equipos comienzan a aplicar los procedimientos de diseño y dimensionado de las infraestructuras hidráulicas, a partir de los conocimientos adquiridos en la asignatura, en base a criterios funcionales y de optimización técnico- económica con un aprovechamiento eficiente de recursos disponibles tanto hídricos y como energéticos con la utilización de aplicaciones informáticas de diseño.

- Fase 3. El alumnado analiza los resultados y discute posibles alternativas, para poder seleccionar y justificar una viable y adecuada. Cuantificar económicamente la solución adoptada, y redactar y defender la alternativa elegida.

La planificación del proyecto y el ajuste del tiempo en cada periodo la realiza el propio equipo, asumiendo una serie de plazos indicados tras la resolución de cada fase con la entrega de documentos parciales que sirven como punto de control para los profesores. Con las entregas parciales se valora si los estudiantes logran desarrollar esa etapa satisfactoriamente o por el contrario requieren de alguna puntualización o corrección que mejore sus resultados. La planificación del proyecto y valoración de cada entrega se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Planificación y contenido de los entregables con su evaluación

Entregables	Peso calificación en el proyecto	Valoración entregable
Entregable 1. Tratamiento de la información y diseño agrónómico y condiciones de funcionamiento.	20 %	Apto/No Apto
Entregable 2: Diseño y dimensionado de la red colectiva.	30 %	Apto/No Apto
Entregable final: Documento final. Proyecto simplificado.	40 %	-
Exposición y defensa. Verificación trabajo individual. Solución alternativa.	10 %	-

Transversalmente, adquieren otro tipo de competencias como aprender a buscar la información técnica que necesitan, a trabajar en equipo de forma colaborativa, a planificar su tiempo, a utilizar las herramientas de diseño y cálculo de forma aplicada, y finalmente, a analizar y discutir diferentes alternativas hasta decidir la óptima desde un punto de vista económico, técnico y eficiente energéticamente.

Complementariamente, durante el transcurso del proyecto se realiza en una visita técnica a una infraestructura similar a la que están desarrollando para profundizar y comprender mejor el problema planteado (Figura 2).



Figura 2. Estudiantes y docentes durante la visita técnica a la Comunidad de Regantes de Llíria (Valencia) durante el curso académico 2018-2019

Tutorías académicas

El seguimiento del proyecto es una de las tareas primordiales del profesorado. Para ello, mediante tutorías individuales o grupales en sesiones de aula, guían a los estudiantes en el desarrollo del trabajo, pero es el mismo grupo de trabajo quien dirige su aprendizaje y profundiza, en mayor o menor medida, en cada parte del trabajo.

La retroalimentación o *feedback* de los entregables parciales es fundamental en la tutoría docente, ya que permite conducir al grupo hacia su objetivo, es decir es un *feedforward*, no sólo para revisar el trabajo finalizado, detectar, corregir errores o señalar aciertos, sino para orientar, apoyar y estimular al grupo en su aprendizaje posterior (Canabal y Margalef, 2017).

Hattie y Timperley (2007) consideran que la retroalimentación tiene una influencia muy beneficiosa para el aprendizaje y definen cuatro tipos de retroalimentación: la centrada en la propia tarea o entrega parcial, que aporta información sobre logros, aciertos y errores; la centrada en el procedimiento, que se refiere a información sobre el grado de comprensión y las estrategias y herramientas utilizadas; la centrada en el trabajo del equipo relacionado con su autonomía y el aprendizaje autodirigido; y por último, la centrada en la propia persona, que destaca el desarrollo personal, el esfuerzo y el compromiso con el proceso de aprendizaje.

La retroalimentación aportada en la presente experiencia docente es la centrada en el propio entregable parcial tanto en el procedimiento como en posibles errores que se detecten. También, se anima y refuerza al equipo en el desarrollo del proyecto. Cada entregable parcial recibe una valoración de apto - no apto junto con los comentarios de los docentes que le permiten corregir y reorientar el proyecto si existen errores importantes.

Es importante resaltar esta labor del profesorado ya que, primero supone una carga docente importante, y segundo permite “seguir y no perder por el camino” a los equipos de trabajo.

Evaluación del proyecto

El proyecto constituye el centro del currículo y de la evaluación con un peso significativo dentro de la estructura de la asignatura.

Para su evaluación se ha trazado y discutido una rúbrica que permite adoptar un criterio ecuánime entre los equipos. Esta rúbrica valora la adquisición de los conocimientos teóricos a lo largo del desarrollo del proyecto con las entregas parciales, del documento final aportado y la defensa oral que hacen de la solución elegida.

Adicionalmente dentro de la rúbrica, se incluye una evaluación participativa del trabajo, ya que se permite una autoevaluación de la aportación del estudiante al proyecto y una evaluación entre los miembros del grupo donde se analiza cómo han trabajado dentro del equipo.

Resultados del ABP

Esta experiencia docente se ha llevado a cabo en el máster durante tres cursos académicos y los resultados logrados son muy positivos tanto a nivel académico como de satisfacción mostrada por el alumnado, como se refleja en las encuestas realizadas a 69 alumnos que acaban de finalizar el proyecto en el presente curso académico (Figura 3).

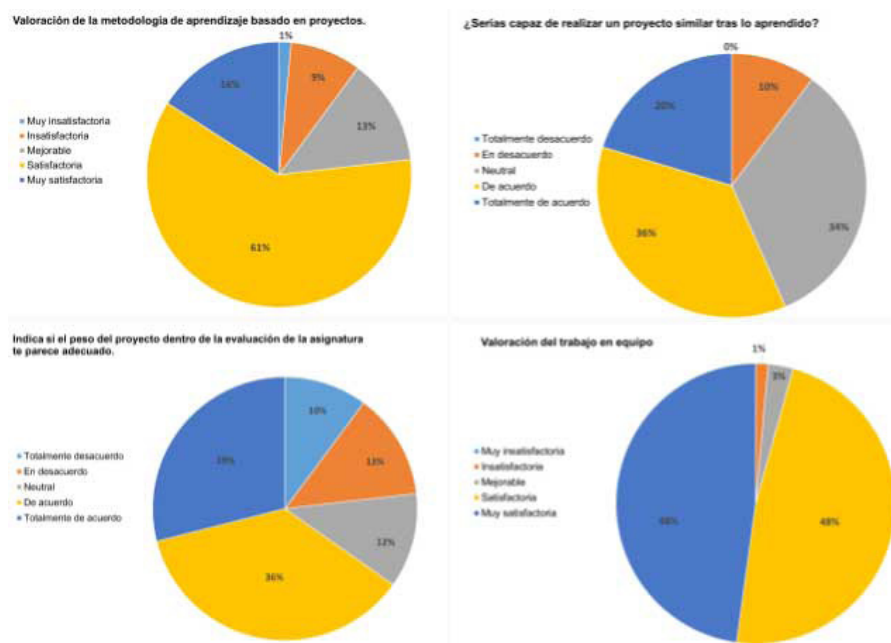


Figura 3. Resultados de las encuestas tras la exposición del proyecto

La valoración de la propia metodología de aprendizaje refleja que casi un 80% del alumnado está satisfecho o muy satisfecho con el proyecto realizado. También, más de 56% de los estudiantes afirma que serían capaces de realizar o liderar un proyecto similar en su vida profesional.

Cuando se les ha preguntado sobre la evaluación del proyecto y su peso dentro de la materia, el 65% estaba conforme con el criterio adoptado y con el peso significativo del mismo dentro de la asignatura.

También, la gran mayoría de los grupos han manifestado que han trabajado de forma colaborativa y proactiva, repartiéndose las tareas con equidad. Han sabido resolver los conflictos ocasionados, fundamentalmente, por la carga lectiva que representa el máster superando y gestionando los problemas dentro del grupo.

Las entrevistas realizadas a través de la plataforma de teleformación de la UPV muestran que el alumnado que participó en el proyecto estaba muy interesado en implicarse en el desarrollo del mismo ya que le aproximaba al mundo profesional. Esto se refleja en algunos comentarios extraídos:

La asignatura es muy completa, trabajamos mucho. Es una asignatura que exige bastante y se aprende mucho, subiría incluso el número de créditos de la misma. Me gusta porque es una asignatura práctica, no solo hacer exámenes. El proyecto se puede asemejar a la realidad, por ello que nos motiva más.

Me ha gustado el trabajo de curso, es verdad que consume muchas horas pero hace aprender más que cualquier examen y te hace afrontar problemas que pueden darse en la vida laboral.

Algunas entrevistas también manifiestan la importancia del seguimiento del proyecto tanto en sesiones informáticas con tutorías grupales como tutorías individuales para dudas concretas:

En general me ha gustado el enfoque que tiene esta asignatura, ya que me parece que haciendo el proyecto se aprende mucho más que haciendo exámenes. Las prácticas de informáticas me parecen de gran utilidad para avanzar con el trabajo, resolver dudas y llevarlo al día.

El alumnado apunta la importante carga lectiva que supone la realización del proyecto, y la importancia de una buena coordinación entre las asignaturas del mismo cuatrimestre:

Se realiza un trabajo con mucha carga que quita tiempo a otras asignaturas de igualdad de créditos, del cual tampoco se acaban afianzando todos los conceptos para el dimensionado ya que el alumnado va más preocupado por entregar a tiempo que por aprender.

También la ventaja que supone el trabajo en equipo para este tipo de metodología:

Como puntos positivos, el realizar un proyecto en equipo permite conocer a tus compañeros y aprender a trabajar y apoyarse en grupo. El realizar un trabajo así permite mejorar el compañerismo, no solo entre los integrantes del grupo sino que también con el resto de compañeros de clase, ya que si algo no lo sabe uno del grupo se le pregunta a otro compañero.

Conclusiones

La experiencia docente presentada con la metodología por proyectos, manifiesta que los estudiantes alcanzan los objetivos de aprendizaje de la materia, tanto académicos como transversales, de forma exitosa. El planteamiento como problema real a resolver, seduce y motiva al alumnado acercándolos a su entorno profesional y logrando un aprendizaje más significativo.

La metodología ABP cambia el rol del estudiante, lo hace activo y responsable de su aprendizaje, de lo que quiere profundizar, analizar o discutir para dar solución al proyecto. Adicionalmente, no aprende de forma individual sino que razona e intercambia opiniones en equipo para su desarrollo.

No obstante esta experiencia, como todas las metodologías docentes, debe estar bien programada. Los entregables parciales, la retroalimentación del profesorado y las tutorías académicas son puntos clave para la orientación y buen seguimiento de los equipos de trabajo.

Cada año se implementan nuevas mejoras como la forma de elección de los equipos, la retroalimentación, el establecimiento de protocolos para la resolución de conflictos o la realización tutorías grupales que contribuyen a enriquecer su aprendizaje. El proyecto supone una carga docente elevada, pero la motivación y satisfacción del estudiantado nos anima a continuar con esta metodología de aprendizaje.

Referencias

- Andreu- Andrés, M. A., Labrador-Piquer, M. J. (Ed.) & Universidad Politécnica de Valencia Grupo de Innovación en Metodologías Activas. (2008). *Metodologías activas*. Valencia, España: Editorial UPV.
- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V., Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC: Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias. *Formación universitaria*, 9(3), 31-38.
- Canabal, C., Margalef, L. (2017). La retroalimentación: La clave para una evaluación orientada al aprendizaje. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 21(2), 149-170.
- Chinnowsky, P., Brown, H., Szajnman, A., Realph, A. (2006). Developing knowledge landscapes through project-based learnin. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 132(2), 118-125.
- Fernández, F. H., Duarte, J. E. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. *Formación Universitaria*, (6), 29-38.
- Finkelstein, N., Hanson, T., Huang, C.-W., Hirschman, B., Huang, M. (2011). *Effects of Problem Based Economics on high school economics instruction*. (NCEE 2010-4002rev). Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- García-Sevilla J. (Ed.) (2008). *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria*. Murcia, España: Ed. Universidad de Murcia.
- Hattie, J., Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Morales, C., Torres, A. (2015). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de competencias. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 2, 1-10
- Palau C. V., Arviza J. (2016). Diseño y proyecto como competencia transversal en la asignatura de Tecnología Hidráulica del master de Ingeniería Agronómica. *Proceedings Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en red (INRED 2016)*, 386-392.
- Ríos, I. de L., Cazorla, A., Díaz-Puente, J. M., Yagüe, J. L. (2010). Project-based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1368-1378.
- Rodríguez, C. A., Fernández - Batanero, J. M. (2016). A review of Problem-Based Learning applied to Engineering. *EduRe Journal: International Journal on Advances in Education Research*, (3), 14-31.
- Rodríguez, C. A., Fernández-Batanero, J. M. (2017). Evaluación del aprendizaje basado en problemas en estudiantes universitarios de construcciones agrarias. *Formación universitaria*, (10), 61-70.
- Ulseth, R. R., Froyd, J. E., Litzinger, T. A., Ewert, D., Johnson, B. M. (2011). *A new model of project-based learning in engineering education*. Atlanta: American Society for Engineering Education-ASEE.

Carmen Virginia Palau. Doctora ingeniera agrónoma y profesora en el Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria de la Universitat Politècnica de València desde 2007. Imparte asignaturas relacionadas con la ingeniería hidráulica y agronómica dentro de titulaciones de grado y posgrado universitario. Concienciada en un cambio metodológico en la universidad hacia metodologías más activas y cercanas a la realidad del estudiante actual, participa en diversas iniciativas de innovación docente y formación online.

Jaime Arviza. Doctor ingeniero agrónomo y profesor en el departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria de la Universitat Politècnica de València. Imparte clases en asignaturas relacionadas con la hidráulica y los sistemas de riego a presión desde el año 1988. En la actualidad imparte asignaturas tanto en grado como en máster. Desde 2015 ha aplicado distintas iniciativas de innovación docente, introduciendo las metodologías activas en las asignaturas impartidas. Actualmente, participa en varias iniciativas de innovación docente y formación online.

Iban Balbastre. Doctor ingeniero agrónomo y Profesor en la Universitat Politècnica de València desde 2000, impartiendo asignaturas relacionadas con la ingeniería hidráulica dentro titulaciones de grado, ciclo y posgrado. Responsable del Laboratorio de Hidráulica y Riego de la UPV. Interesado en un cambio metodológico en la universidad hacia metodologías más activas y cercanas a la realidad del estudiante actual.
