

Aprendizaje Basado en Proyectos en la docencia de materias del ámbito tecnológico: propuesta y percepción del alumnado

J.E. Martín-Alfonso^a, J.F. Rubio-Valle^a
Remedios Yáñez Díaz^{b,c,*}

^aPro²TecS – Centro de Investigación en Tecnología de Productos y Procesos Químicos. Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Ciencia de los Materiales, Universidad de Huelva, ETSI, Campus de El Carmen, 21071 Huelva, España; ^bCINBIO, Universidade de Vigo, 36310 Vigo, Spain; ^cUniversidade de Vigo, Escola de Enxeñaría Industrial, Campus Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo, Spain

RESUMEN

En este estudio, se expone una propuesta de aprendizaje basada en proyectos (ABP), diseñada para incrementar la motivación y participación en el aula, así como el nivel de aprendizaje y la adquisición de competencias. En este proyecto, el alumnado aplica conocimientos de tecnología medioambiental, al desarrollo de estrategias de valorización de subproductos industriales, en un contexto de economía circular. Para ello el estudiante ha de ser capaz de desarrollar un aprendizaje autónomo y colaborativo, basado en un razonamiento crítico, teniendo en cuenta las mejores técnicas disponibles, la sostenibilidad y el compromiso ambiental, para dar un uso equitativo, responsable y eficiente a los recursos. Esta experiencia se ha realizado con estudiantes de Tecnología Medioambiental de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidade de Vigo (España). Las etapas planteadas para alcanzar dicho objetivo incluyen: i) el enunciado del proyecto; ii) la selección de temática; iii) la ejecución, exposición y evaluación y iv) la valoración del ABP por el alumnado. El grado de participación fue muy elevado y el abordaje de problemáticas reales, propuestas por el alumnado, permitió incrementar la motivación por la tecnología medioambiental y profundizar en tecnologías y estrategias de valorización de su interés. Los proyectos supusieron una carga de trabajo autónomo del alumnado, que además tuvo que organizarse y aprender a trabajar en equipo. Los estudiantes superaron con éxito cada uno de los retos propuestos e hicieron las correspondientes entregas en el plazo establecido, alcanzado así un aprendizaje significativo. Los proyectos presentados fueron de gran calidad, y obtuvieron una calificación alta. La defensa de los trabajos potenció las habilidades de pensamiento y la capacidad de reflexión del alumnado.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos (ABP), Trabajo colaborativo, Tecnología Medioambiental, Ingeniería Industrial

1. INTRODUCCIÓN

El mercado laboral actual requiere de ingenieros versátiles, con competencias, habilidades y cualidades personales, que les permitan liderar equipos multidisciplinarios, que cuenten con gran capacidad para resolver problemas y desarrollar exitosamente proyectos¹. Con el objetivo de mejorar la empleabilidad de los futuros ingenieros y establecer vínculos entre el proceso de formación y las necesidades del mercado y de la sociedad, las materias de los Grados en Ingeniería deben implementar metodologías de aprendizaje activo, como el ABP, que permiten al estudiante enfrentarse a problemáticas reales y desarrollarse plenamente, tanto personalmente como profesionalmente.

*email: reme@uvigo.es; phone 0034 988387075;

La Tecnología Medioambiental es una materia cuatrimestral de formación tecnológica, con una carga lectiva de 6 ECTS, obligatoria y común a todos los grados de la Escuela de Ingeniería Industrial, que se imparte en 2º, 3º y 4º curso de los distintos grados. La materia cuenta con temarios, boletines de ejercicios y prácticas de laboratorio comunes a todos los grados y las actividades académicamente dirigidas, propuestas por el profesor, permiten diferenciar la formación recibida en cada grado, y enfocarla hacia los intereses concretos del grupo de estudiantes, potenciando así la motivación del alumnado e incrementando su participación.

El ABP es una metodología de aprendizaje activa, diseñada para dar respuesta a problemáticas reales, ^{2, 3, 4}, en las que el protagonista es el alumnado ^{2, 3, 4}. El empleo del ABP permite adquirir ciertas competencias transversales importantes para el desarrollo profesional del ingeniero como: búsqueda de información, análisis y síntesis, resolución de problemas, aprendizaje y trabajo autónomo y en equipo, así como, ciertas competencias personales, como la habilidad en las relaciones interpersonales necesarias para el trabajo colaborativo exitoso ^{4, 5, 6}. Además, al incorporar la exposición y puesta en común de los resultados, mejora por lo tanto las competencias de comunicación oral y escrita de conocimientos y la capacidad de reflexión de los estudiantes ^{3, 4, 7}.

El objetivo principal de este proyecto, empleado en la docencia en Tecnología Medioambiental en los Grados en Ingeniería, es conseguir que el alumnado sea capaz de proponer estrategias de valorización de subproductos industriales reales, en un contexto de economía circular, que permitan reducir su impacto ambiental, al mismo tiempo que mejoran la rentabilidad del proceso, para garantizar un crecimiento sostenible y respetuoso con el medioambiente, de acuerdo con las directrices marcadas por las recientes Directivas Europeas en materia de residuos.

2. METODOLOGÍA

2.1 Estudiantes

La experiencia se realizó en segundo curso del Grado en Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Vigo. El grupo tenía 35 alumnos, de los cuales el 17,1% eran mujeres (n=6) y el 82,8% varones (n=29). Se realizaron 6 proyectos en grupos de 4-6 alumnos. La participación del alumnado en el ABP, fue del 85,7% (n=30). Dentro del grupo de estudiantes que no participaron, cabe destacar una alumna que renunció a la evaluación continua y 4 varones que no siguieron la materia, ni se presentaron a ningún examen.

2.2 Enunciado del proyecto

Teniendo en cuenta los conocimientos de los estudiantes sobre el tratamiento y valorización de residuos, así como la relevancia de la simbiosis industrial, que permite reincorporar subproductos que carecen de valor como materias primas a procesos industriales. Se les hizo la siguiente propuesta: desde el punto de vista ingenieril, ¿Cuál es la estrategia que propondría para la valorización del siguiente subproducto industrial, en un contexto de economía circular enfocado hacia la industria “cero residuos”??. Desarrolle un proyecto que proponga una estrategia de biorrefinería para la valorización de este subproducto industrial.

2.3 Elaboración de listado de subproductos de interés y proposición del proyecto

Antes de finalizar la semana 2, se ha de elaborar una base de datos, empleando la plataforma de teledocencia Moovi, donde se recojan subproductos industriales de interés para el graduado en ingeniería. El profesor hará una selección previa de las propuestas, creará grupos de trabajo y se asignarán proyectos al alumnado.

2.4 Ejecución, exposición y evaluación del proyecto

Tras la selección de una temática, para la ejecución y exposición del proyecto se proponen una serie de etapas y un cronograma semanal, recogidos en el esquema de la Figura 1.

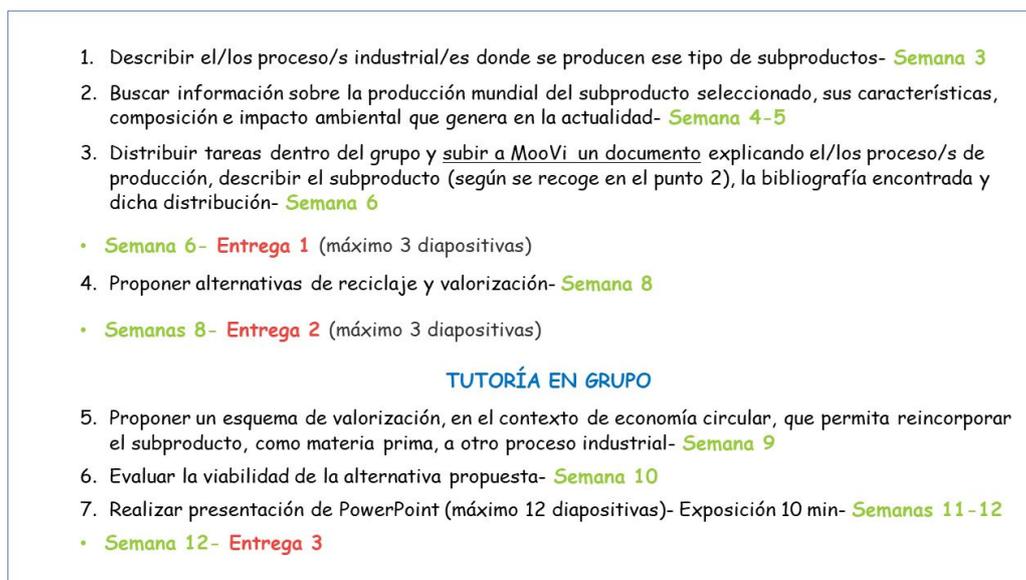


Figura 1. Principales etapas y cronograma propuesto para la ejecución y exposición del proyecto.

La evaluación del proyecto se hizo mediante una rúbrica puesta previamente a disposición del alumnado en MooVi. En la Tabla 1 se presentan algunos aspectos fundamentales de la rúbrica utilizados para la evaluación del proyecto. Para facilitar el trabajo en equipo y la labor de tutorización de la profesora, se propusieron varias alternativas: Microsoft Teams, Google Drive, el chat que lleva incorporado, Microsoft Teams, el foro de MooVi y/o el despacho virtual de la profesora.

Tabla 1. Aspectos de la rúbrica empleada para la evaluación del Proyecto.

Aspecto a evaluar	Sobresaliente	Notable	Aprobado	Suspenso
Exposición	Habla bien, alto y claro. Se expresa correctamente, y se le entiende muy bien. Disertación bien estructurada y ensayada.	Habla bien, alto y claro. Se le entiende bien, pero algunas partes de la disertación no están bien ensayadas.	No habla correctamente, y no se le entiende bien. Algunas partes de la presentación no han sido ensayadas y se pierde en algunos puntos de la exposición.	No habla correctamente, y no se le entiende bien. No ha ensayado la presentación. No ha redactado la disertación, se nota que está improvisando.
Buscar información	Ha consultado todas las fuentes recomendadas y otras adicionales. Ha consultado informes científicos e información de asociaciones y prensa local.	Ha consultado por Internet algunas fuentes, que le han permitido resolver eficientemente el problema.	Las fuentes de información consultadas han sido escasas. Ha buscado la información mínima para poder resolver el problema.	No ha consultado ninguna fuente de información.
Aplicar los	Conoce y domina muy	Demuestra que	Muestra un	No tiene los

conocimientos de la materia	bien la materia.	comprende la mayor parte de la materia y enfoca bien sus conocimientos.	entendimiento de la materia, pero en algún caso un poco desenfocado.	conocimientos mínimos requeridos.
Asistencia y Participación	Asiste y participa siempre. Realiza preguntas muy interesantes.	Asiste y participa habitualmente. Preguntas interesantes.	Asiste habitualmente. Participa poco.	No asiste, ni participa.

2.5 Valoración del ABP

Para conocer la opinión del alumnado sobre el ABP se propuso una encuesta de valoración de 4 preguntas en MooVi, con respuestas de 1 a 5 (1 “nada de acuerdo” y 5 “muy de acuerdo”):

- 1) Cree que la utilización de ABP en la materia Tecnología Medioambiental motiva al alumnado, ya que le permite abordar problemáticas reales y profundizar y trabajar en temáticas previamente seleccionadas.
- 2) Piensa que el ABP favorece el trabajo autónomo y colaborativo en equipo, además de promover el desarrollo de competencias transversales importantes para el desarrollo profesional del ingeniero (análisis y síntesis, resolución de problemas, habilidad en las relaciones interpersonales, etc.).
- 3) El planteamiento, contenido, estructura y duración del proyecto propuesto son de su agrado.
- 4) Encuentra útil el ABP. Le gustaría emplear de nuevo el ABP, pues considera relevante su aportación a su formación.

3. RESULTADOS

Como se puede observar en la Figura 1, para hacer un seguimiento de las tareas del proyecto, además de la entrega final (semana 12), a lo largo del cuatrimestre se realizaron dos entregas adicionales, en las semanas 6 y 8, respectivamente. Dado que la aplicación del ABP en el aula, supone un incremento de trabajo para el profesorado y el alumnado, con el objetivo de dosificar el tiempo dedicado al proyecto, la extensión de las entregas intermedias se limitó a un máximo de 3 diapositivas y la duración de la presentación de PowerPoint a 10 minutos. La estrategia planteada supuso un reto e incentivó el trabajo, ya que requirió de una gran capacidad de síntesis, análisis e interpretación de resultados.

Además, entre las semanas 6 y 9, se realizó una tutoría con cada grupo de trabajo, para favorecer la comunicación, resolver todas las dudas planteadas, proporcionarles información adicional, resolver conflictos surgidos en el trabajo en grupo y garantizar una distribución equitativa de las tareas del proyecto.

El ABP propuesto permitió desarrollar autonomía en los estudiantes universitarios, ya que estos a partir de la proposición de una temática, tuvieron que buscar información, gestionar el tiempo y organizar el trabajo en equipo, para alcanzar el mayor grado posible de ejecución del proyecto. Por otro lado, esta estrategia pedagógica enfrentó a los estudiantes a problemáticas de gestión de residuos reales y a la búsqueda de alternativas para su valorización, permitiéndoles adquirir conocimientos y habilidades para resolver problemas y preparándolos para su futuro profesional. Además, los proyectos propuestos, permitieron aplicar muchos de los conceptos teóricos expuestos en el aula y conocer su utilidad práctica.

Por último, cabe destacar que el ABP promovió una mayor comprensión de los conocimientos de la materia y su aplicación práctica desarrolló en los estudiantes la capacidad de razonamiento y de pensamiento crítico, así como su ingenio y creatividad.

La Figura 2 muestra las respuestas a las 4 preguntas formuladas en el cuestionario propuesto al alumnado para la valoración de la propuesta de ABP.

Del resultado de las encuestas cabe destacar que un porcentaje muy elevado del alumnado (50% con puntuación 5 y 30% puntuación 4), cree que la utilización de ABP juega un papel relevante en la motivación en la materia, ya que le prepara

para la resolución de problemas reales que se va encontrar en el mercado laboral. El 83% del alumnado del curso está muy de acuerdo con que esta actividad potencia tanto el trabajo individual como colaborativo y es muy favorable para la adquisición de un amplio rango de competencias. Con respecto al planteamiento del proyecto propuesto, su contenido, estructura y duración, comentar que un 66% está muy de acuerdo y un 23% bastante de acuerdo con todos estos aspectos. Finalmente, destacar que un 83% del alumnado considera relevante la aportación de esta metodología activa a su formación y le gustaría seguir trabajando con el ABP.

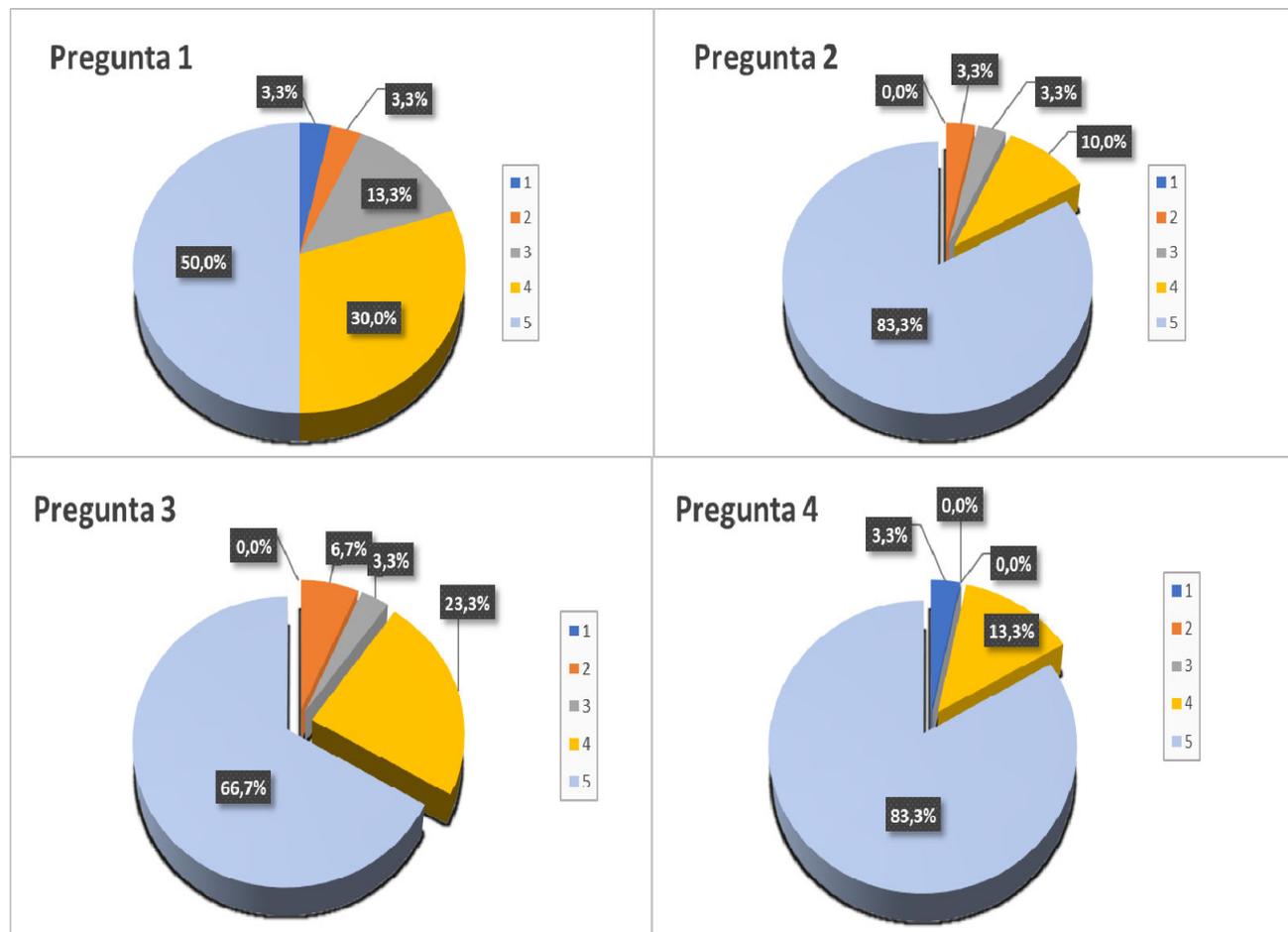


Figura 2. Resultados obtenidos en la encuesta de valoración del alumnado del ABP.

4. CONCLUSIONES

La participación y motivación conseguida con la actividad de ABP fue muy alta y positiva. La experiencia permitió alcanzar en gran medida los objetivos propuestos, y aplicar muchos de los conocimientos de Tecnología Medioambiental tratados a lo largo del cuatrimestre en el aula, así como introducir conocimientos y experiencias nuevas, dando lugar a un aprendizaje significativo. El alumnado llevó a cabo un trabajo excepcional durante todo el cuatrimestre e hizo las tres entregas solicitadas en las fechas acordadas. La calidad y calificación de los trabajos presentados fue alta, obteniendo los proyectos evaluados una calificación media de 8,6. La participación del alumnado en la sesión de presentación de los proyectos también fue buena, haciendo preguntas técnicas al equipo responsable del proyecto, que en muchos casos abrían puertas a seguir trabajando en la temática y a mejorar los proyectos finales.

Se ha detectado que la fase de selección de proyecto, se ha de analizar detenidamente e ir mejorando continuamente, pues en ella radica gran parte del éxito del ABP.

AGRADECIMIENTOS

Financiación: AEI- UVigo- grupo EQ2

REFERENCIAS

- [1] Torres Romera, J., Estudio y propuesta de mejora de las competencia en ingenieros industriales. Trabajo de Fin de Grado, Universidad Politécnica de Madrid, 1-120 (2022).
- [2] Jones, B. F., Rasmussen, C. M., y Moffitt, M. C., Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning. American Psychological Association, 1-216 (1997).
- [3] Domínguez Santiago R., Fernández Berasategui, Á., Fraile Fraile, S. y Sánchez Galgo C. Comunicación verbal, no verbal, escucha activa y asertividad en el ABP. En A. Pérez de Albéniz Iturriaga, E. Fonseca Pedrero y B. Lucas Molina. Universidad de la Rioja, 28-34 (2021).
- [4] Aritio Solana, R., Berges Piazuelo, L., Cámara Pastor, T., y Cárcamo Sáenz-Díez, M. E., Cuestiones clave para el trabajo en ABP: pilares, fases, beneficios y dificultades. En A. Pérez de Albéniz Iturriaga, E. Fonseca Pedrero y B. Lucas Molina, Universidad de la Rioja, 9-19 (2021).
- [5] Harmer, N., y Stokes, A., The benefits and challenges of project-based learning: A review of the literature. Pedagogic Research Institute and Observatory (PedRIO), Plymouth University, UK (2014).
- [6] Larmer, J., y Mergendoller, J. R., 8 essentials for Project-Based Learning. Buck Institute for Education (2012).
- [7] Smith, A. Project Based Learning made simple. Ulysses Press, 1-224 (2018).