

El ABP como herramienta para lograr el aprendizaje profundo en Gestión Ambiental

PBL as a tool to achieve deep learning in Environmental Management

Lorena Hernández-Pérez^a, Manuel César Martí-Calatayud^b y Maria Teresa Montañés^c

^aInstituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental, Universitat Politècnica de València (España, loherpre@upvnet.upv.es, ) , ^bDepartamento de Ingeniería Química y Nuclear, Instituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental, Universitat Politècnica de València. mcmarti@iqn.upv.es, ) y

^cDepartamento de Ingeniería Química y Nuclear, Instituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental, Universitat Politècnica de València. tmontane@iqn.upv.es, ) .

How to cite: Lorena Hernández-Pérez, Manuel César Martí-Calatayud y Maria Teresa Montañés. 2023. El ABP como herramienta para lograr el aprendizaje profundo en Gestión Ambiental. 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/INRED2023.2023.16629>

Abstract

The present work shows how Project-Based Learning has been implemented in the course “Quality and environmental Management” of the Master’s Degree in Chemical Engineering of the UPV. The aim of this methodology is the application by students of the knowledge acquired in the Learning Units in the development of an Environmental Management System for a company. The first step is to look for a real company to develop the system, considering its real environmental aspects. At the end of the project, students adopt the role of auditor participating in a real audit for the Universitat Politècnica de València. The use of this active teaching-learning methodology in the course potentiates transversal soft skills such as teamwork and leadership and time planning and management. Moreover, the combination of Project-Based Learning and the master class has boosted the deep learning of concepts and student motivation.

Keywords: *Project-Based Learning, active methodology, environmental management, motivation, deep learning.*

Resumen

El presente trabajo muestra cómo se ha integrado el Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura Gestión de la calidad y ambiental del Máster en Ingeniería Química de la UPV. El objetivo de esta metodología es que el alumnado aplique los conocimientos adquiridos en las diferentes Unidades Didácticas en el desarrollo de la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental en una determinada empresa. El primer paso que han de realizar es la búsqueda de una empresa real para la cual deberán desarrollar el sistema, teniendo en cuenta sus aspectos ambientales reales. Una vez finalizado el proyecto, los y las estudiantes

adoptan el rol de auditores participando en una auditoría real a la Universitat Politècnica de València. La aplicación de esta metodología activa de enseñanza-aprendizaje en la asignatura fomenta competencias relacionadas con la futura empleabilidad y el desarrollo de competencias transversales como trabajo en equipo y liderazgo y planificación y gestión del tiempo. Además, la combinación del Aprendizaje Basado en Proyectos con la clase magistral ha impulsado el aprendizaje profundo de los conceptos, así como, la motivación del alumnado.

Palabras clave: *Aprendizaje Basado en Proyectos, metodología activa, gestión ambiental, motivación, aprendizaje profundo.*

1. Introducción

Uno de los grandes retos del profesorado es conseguir motivar a los y las estudiantes tanto dentro como fuera del aula, lo cual no es un trabajo sencillo. En el caso de estudios correspondientes a la rama industrial, una posible herramienta para lograrlo es mostrarles la aplicación de los contenidos de una asignatura a una empresa real. Y esto se puede conseguir empleando el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

1.1. Aprendizaje Basado en Proyectos

Los métodos activos de docencia universitaria requieren por parte del docente una mayor involucración, es decir, una mayor carga de trabajo que los métodos tradicionales. Sin embargo, potencian en el alumnado habilidades ligadas a la creatividad, la capacidad de expresión oral y escrita, el trabajo en equipo, el aprendizaje autónomo, la capacidad de autoevaluación, la formación continua y la planificación del tiempo (Estruch & Silva, 2006; Reverte, Usandizaga & Molina-Carmona, 2019). Debido a las ventajas que presentan, estos métodos han sustituido notablemente a los tradicionales. Actualmente, la docencia se centra en los y las estudiantes, los cuales han de aprender a aprender e instruirse en conocimientos, técnicas y actitudes enfocados a su futuro profesional (Montes de Oca & Machado, 2011).

El ABP surge de la idea de construir el conocimiento a partir de la experiencia. Las clases donde se lleva a cabo el ABP están orientadas al estudiante, proporcionándole un espacio y contexto en el que colaborar y explorar retos y problemas reales (Petrovic, Hoti & Todorovi, 2020). Además, este método de enseñanza-aprendizaje promueve que el alumnado realice una investigación formativa, desarrollando competencias transversales como el pensamiento crítico, asociado con la resolución de problemas complejos del mundo real, o el trabajo en equipo, altamente demandado por las empresas (Pareja, Fernández & Fuentes, 2019).

Entre los diferentes factores clave para el éxito de la incorporación del ABP se destacan los siguientes (Valero & García, 2011): proponer un reto ambicioso y establecer unas pautas claras; planificar detalladamente el trabajo; generar interdependencia positiva y exigibilidad individual; realizar un seguimiento periódico del trabajo realizado; y, diseñar correctamente el método de evaluación.

1.2. Contexto de la asignatura

La asignatura en la que se ha aplicado la innovación es “Gestión de la calidad y ambiental”. Se trata de una asignatura de carácter obligatorio que se imparte en el primer curso del Máster Universitario en Ingeniería Química de la Universitat Politècnica de València. El principal objetivo que se persigue con esta asignatura

es que los y las estudiantes sepan cómo desarrollar e implantar dos de los principales sistemas de gestión que puede aplicar una empresa a sus actividades: los sistemas de gestión de la calidad y de gestión ambiental.

La asignatura se divide en dos bloques: el primero, relativo a la gestión de la calidad, corresponde al Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad; y el segundo bloque, relativo a la gestión ambiental, bloque en el que se centra el presente trabajo, es impartido por el Departamento de Ingeniería Química y Nuclear. La asignatura consta de 6 créditos, de los cuales 4,8 corresponden a teoría y trabajos planteados en el aula, y los 1,2 restantes están asociados a prácticas informáticas.

El contenido de la asignatura relativo al bloque de Gestión Ambiental se estructura en las siguientes Unidades Didácticas:

- Los sistemas de gestión ambiental.
- Requisitos de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA)
- Las auditorías ambientales

A lo largo de estas tres unidades se describen las herramientas para la implantación de un SGA en una empresa, así como los pasos a seguir para lograrlo: realización de una revisión ambiental inicial de las actividades de la empresa, identificando y valorando todos sus aspectos ambientales; desarrollo de la documentación del sistema; y, por último, la implementación de este. Asimismo, se describen los procesos de auditoría para evaluar el cumplimiento de los requisitos y el éxito de la implantación del sistema.

Con el fin de evitar desmotivación por parte del alumnado con contenidos excesivamente teóricos, la asignatura se plantea con un carácter eminentemente práctico. Para ello, los y las estudiantes se organizan en equipos que desarrollarán un proyecto para una empresa real generando parte de la documentación vinculada a un sistema de gestión ambiental. Además, adoptarán el rol de auditores participando en una auditoría real a la Universitat Politècnica de València.

1.2.1. Evaluación

En el bloque de Gestión Ambiental, cada estudiante efectuará 3 actos de evaluación, los cuales suponen el 50% de la nota de la asignatura:

- Entregará en formato portafolio los ejercicios realizados en las dos prácticas informáticas de esta parte de la asignatura. Estos ejercicios suponen un 5% de la nota final.
- Presentará un trabajo académico con el desarrollo de la documentación del sistema de gestión ambiental aplicada a una empresa real. Este trabajo supone un 30% de la nota final. Como el trabajo se realiza en grupo, para garantizar la individualidad de la nota, el estudiante efectuará una exposición oral del trabajo.
- Realizará una prueba escrita, que supone un 15% de la nota final.

1.2.2. Competencias

Con esta asignatura se contribuye a la formación de los y las estudiantes en las siguientes competencias transversales:

- CT06: Trabajo en equipo y liderazgo.
- CT10: Conocimiento de problemas contemporáneos.
- CT12: Planificación y gestión del tiempo.

El bloque de Gestión Ambiental trabaja las competencias CT06, con la redacción y presentación del trabajo en grupo, y CT12, con la elaboración del plan ambiental de una empresa real.

2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es mostrar cómo se ha integrado el ABP en la asignatura “Gestión de la calidad y ambiental”, concretamente en el bloque correspondiente a la gestión ambiental. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Ofrecer unas nociones básicas para que el lector comprenda la estructura del bloque de Gestión Ambiental y así poder entender cómo se ha integrado el ABP.
- Dar a conocer un ejemplo de cómo lograr que el alumnado, dentro del entorno académico, interactúe y contacte con empresas. El alumnado se encarga de ponerse en contacto con las empresas y exponerles el proyecto a realizar.
- Describir el método de evaluación seguido. Con el fin de valorar la colaboración individual de los y las alumnas en el trabajo realizado por el grupo, se han de combinar diferentes actos de evaluación. En estos actos tanto el grupo como cada miembro individualmente ha de demostrar las competencias adquiridas y su participación en el trabajo realizado.
- Presentar los diferentes trabajos que se desarrollan en el proyecto, así como las tareas programadas para efectuar en el aula, y el cronograma de estas tareas y las entregas programadas. La ejecución del proyecto, así como la participación en la auditoría interna de la universidad han de desarrollarse a lo largo de seis semanas, por lo que es importante que el estudiantado reciba un *feedback* continuado del trabajo realizado.
- Exponer las ventajas del ABP para la asignatura “Gestión de la calidad y ambiental”, las cuales pueden ser extrapolables a asignaturas con alta carga teórica de contenido.

3. Desarrollo de la innovación

Para integrar el ABP en la asignatura se divide el alumnado en grupos de 4 estudiantes como máximo. Cada grupo se encarga de buscar una empresa, preferentemente del sector químico, en la cual se pretende implantar un sistema de gestión ambiental. El proyecto que realizará el grupo consiste en identificar y evaluar los aspectos ambientales derivados de la actividad de dicha empresa, así como en redactar parte de la documentación necesaria para implantar el SGA. Además, el grupo participará en la auditoría interna de una de las unidades de la Universitat Politècnica de València.

3.1. Búsqueda de una empresa para el proyecto

La búsqueda de una empresa real por parte del alumnado tiene una doble finalidad. Por un lado, se pretende mostrar la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos con la asignatura, ya que son muchas las empresas que ya tienen implantado un SGA o están interesadas en hacerlo; además, las empresas que acceden a proporcionar sus datos para efectuar el diagnóstico inicial solicitan a los y las estudiantes la documentación

que generen, lo cual es una prueba clara de su interés. Por otro lado, el hecho de contactar e interactuar con varias empresas promueve competencias relacionadas con la futura empleabilidad del alumnado.

3.2. Trabajos que desarrollar en el proyecto

La *gestión ambiental* se define como el conjunto de decisiones y actuaciones encaminadas al logro del desarrollo sostenible, siendo su principal objetivo que los niveles de calidad ambiental de una empresa aumenten. Un *sistema de gestión ambiental* es el método de trabajo que sigue una organización para alcanzar y mantener un determinado comportamiento medioambiental, siendo sus objetivos:

- Facilitar el cumplimiento de la normativa ambiental.
- Identificar, controlar y prevenir los impactos ambientales de una actividad.
- Fijar las políticas para alcanzar los objetivos ambientales.
- Mejorar las relaciones con las partes interesadas bajo un sistema estructurado.

La implantación de un SGA supone una serie de ventajas para una empresa, ya que puede ayudar a reducir costes, como por ejemplo con el ahorro de energía o el ahorro de materias primas; puede ayudar a generar beneficios marginales, por ejemplo, con la comercialización de residuos; y puede posicionar a la empresa en el mercado, siendo más competitiva que otras empresas sin una política ambiental.

Para implantar un SGA se han de seguir los pasos indicados en la Figura 1.

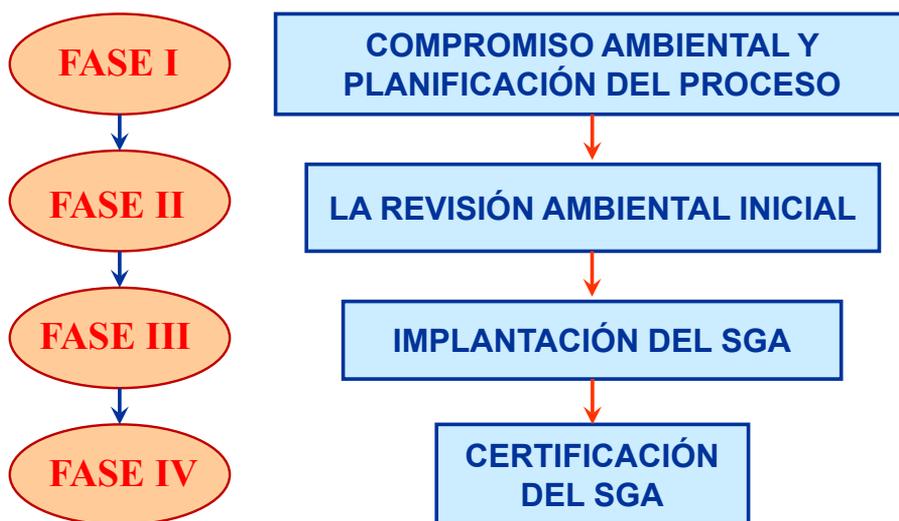


Fig. 1 Pasos a seguir para implantar un SGA en una organización.

En la primera fase (*compromiso y planificación*) se ha de formar un equipo de trabajo y plantear un calendario del proceso; además, se requiere un respaldo pleno por parte de la dirección de la empresa. En la segunda fase (*revisión*) hay que establecer cuál es la situación de la actividad respecto al medio ambiente, así como el estado de cumplimiento de la legislación ambiental aplicable; además, hay que recopilar información para determinar los impactos ambientales de la actividad y, por último, redactar un informe de resultados. En la tercera fase (*implantación*) hay que establecer las responsabilidades de las personas, para

lo cual se redactará la documentación del SGA consistente en un manual, procedimientos e instrucciones; además, una vez implantado el SGA se llevarán a cabo auditorías internas y se elaborarán informes periódicos. Por último, la cuarta fase (*certificación*) no es obligatoria, pero si se lleva a cabo sirve de prueba externa de que una organización ha implantado un SGA.

Teniendo en cuenta todo esto, se ha planteado que el proyecto a llevar a cabo por cada grupo de estudiantes consistirá en redactar los 7 documentos indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Trabajos que desarrollar en el proyecto

ENTREGA 1
1. Política ambiental de la empresa
2. Revisión ambiental inicial de la empresa
3. Procedimiento para la evaluación e identificación de aspectos ambientales
ENTREGA 2
4. Procedimiento para el control de un aspecto ambiental
5. Instrucción técnica para la gestión de un residuo
6. Programa ambiental de la empresa
7. Informe de auditoría interna de la UPV

3.2.1. Política ambiental de la empresa

Con el primer documento, correspondiente a la *política ambiental*, se refleja por escrito el compromiso por parte de la dirección de la empresa con la mejora continua, la prevención y el control de la contaminación y el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

Se proporciona al alumnado algunos ejemplos de políticas ambientales para que cada grupo de trabajo redacte una para su empresa. La redacción de este documento da cumplimiento a uno de los requisitos de la Fase I de implantación del SGA.

3.2.2. Revisión ambiental inicial de la empresa

Con este segundo documento, correspondiente a la *revisión ambiental inicial*, se pretende que el alumnado identifique todos los aspectos ambientales de la empresa, tanto en condiciones normales de funcionamiento como en condiciones anómalas como pueden ser situaciones de parada/arranque y posibles accidentes (explosiones, incendios, vertidos accidentales). Los principales aspectos ambientales en los que deben fijarse son los mostrados en la Figura 2.

Una vez identificados, el alumnado tiene que evaluar dichos aspectos ambientales para definir cuáles se consideran significativos y cuáles no significativos. Para ello, tienen que plantear una metodología de cálculo que definirán en un documento aparte y aplicarán aquí.

Por último, tienen que proponer mejoras para reducir la significancia de los aspectos ambientales identificados en su empresa.

De entre todos los documentos a redactar en el proyecto, la *revisión ambiental inicial* es el que conlleva más trabajo. Con él se completará la Fase II de implantación del SGA.



Fig. 2 Principales aspectos ambientales de una empresa.

3.2.3. Procedimiento para la evaluación e identificación de aspectos ambientales

El manual del SGA consta de una serie de procedimientos e instrucciones, entre otra documentación (Figura 3). Entre los procedimientos se encuentra el *Procedimiento para la evaluación e identificación de aspectos ambientales*. Se propone a los y las estudiantes redactar este procedimiento porque es imprescindible para poder completar la *revisión ambiental inicial* de la empresa.

Se proporciona al alumnado algunos ejemplos de cómo calcular la significancia de los aspectos ambientales, siendo los y las estudiantes quienes han de decidir qué parámetros (p.ej. magnitud, peligrosidad...) utilizarán, así como definir la puntuación de estos parámetros (p.ej. de 1 a 3 en base a una serie de criterios que tienen que establecer), la fórmula que emplearán para el cálculo y el valor numérico a partir del cual considerarán que los aspectos son significativos. Este es un ejercicio que puede requerir varias iteraciones hasta que encuentren la mejor forma de evaluar los aspectos ambientales de su empresa.

La redacción de este documento y de los que se describen a continuación forma parte de la Fase III de implantación de un SGA.



Fig. 3 Estructura de la documentación de un SGA

3.2.4. Procedimiento para el control de un aspecto ambiental

Además del procedimiento anterior, en un SGA es necesario redactar otros. En la Tabla 2 se muestra un listado de los procedimientos más importantes.

Tabla 2. Procedimientos más importantes de un SGA

LISTADO DE PROCEDIMIENTOS	
1.	Procedimiento para identificar y evaluar los aspectos ambientales
2.	Procedimiento para la identificación y actualización de los requisitos legales y otros requisitos
3.	Procedimiento para la identificación de las necesidades de formación
4.	Procedimiento para elaborar y controlar la documentación del SGA
5.	Procedimiento para el control de residuos
6.	Procedimiento de control de vertidos
7.	Procedimiento de control de emisiones
8.	Procedimiento de no conformidades, acciones correctoras y acciones preventivas
9.	Procedimiento de auditorías internas
10.	Procedimiento para difundir y tratar la comunicación interna y externa
11.	Procedimiento de preparación y respuesta ante emergencia
12.	Procedimiento para la revisión del SGA

Como puede verse en la Tabla 2, el número de procedimientos es relativamente elevado y redactarlos todos superaría el tiempo que el alumnado ha de dedicar a la asignatura. Por ello, además del procedimiento nº1 de la tabla (que como se ha dicho antes es imprescindible), se ha decidido que redacten uno de los procedimientos de control, es decir, el nº5, el nº6 o el nº7. Cada año se escoge uno distinto.

Para ayudarles, se proporciona al alumnado algunos ejemplos de procedimientos para que vean cuál es su estructura y cuál ha de ser su contenido.

Cabe indicar que, aunque no los redacten, los y las estudiantes han de pensar el contenido de otros de los procedimientos de la Tabla 2. Por ejemplo, el nº4, ya que han de pensar un formato para los dos procedimientos que sí van a redactar; o el nº9, ya que más adelante tienen que participar en una auditoría y redactar el informe correspondiente.

3.2.5. Instrucción técnica para la gestión de un residuo

En la Figura 3 se observa que el manual del SGA, además de los procedimientos, consta de instrucciones técnicas que derivan de estos últimos. Redactar todas las instrucciones necesarias superaría el tiempo disponible, por lo que se ha optado por elaborar únicamente una de ellas. Concretamente, los y las estudiantes redactarán una instrucción donde se especifique cómo gestionar uno de los residuos generados por la empresa. El residuo lo elegirá cada grupo de trabajo de entre todos los que genera su empresa, preferentemente un residuo peligroso ya que la gestión de este tipo de residuos es algo más compleja.

Tanto la redacción de los dos procedimientos anteriores como de esta instrucción técnica incluye la preparación de algunos registros, es decir, el alumnado elaborará algunas plantillas a rellenar por el personal de la empresa cuando el SGA entre en funcionamiento.

3.2.6. Programa ambiental de la empresa

Como se ha dicho anteriormente, al implantar un SGA la empresa se compromete a llevar a cabo una mejora continua de sus actividades. Por ello, es necesario que se plantee una serie de objetivos que quedarán plasmados en un *programa ambiental*.

Cada grupo elaborará el *programa ambiental* de su empresa para el año en curso. Para ello, plantearán cinco objetivos para mejorar los aspectos ambientales de su empresa, haciendo hincapié en aquellos que hayan salido significativos en la revisión ambiental inicial.

Se proporciona al alumnado algunos ejemplos de programas ambientales para que vean cuál es su estructura y cuál ha de ser su contenido. En el programa es necesario establecer responsabilidades, plazos de consecución de objetivos y metas, así como recursos asignados.

Este documento se emplea para evaluar la adquisición de la competencia transversal CT12 de planificación y gestión del tiempo.

3.2.7. Informe de auditoría interna de la UPV

Llegado a este punto, el alumnado cambiará su rol y pasará a ser auditor. La finalidad de toda auditoría puede resumirse con el texto indicado en la Figura 4.

**DIGA USTED LO QUE HACE.
HAGA USTED LO QUE DICE.
MUÉSTRELO**

Fig. 4 Finalidad perseguida en toda auditoría

Se ha aprovechado que la Universitat Politècnica de València tiene implantado un SGA, el cual está certificado de acuerdo con el Reglamento europeo de Ecogestión y Ecoauditoría, conocido como Reglamento EMAS (Eco-Management Audit Scheme). Para cumplir los requisitos del Reglamento, todos los años, el personal técnico de la Unidad de Medio Ambiente de la UPV realiza una auditoría interna de las distintas escuelas, departamentos, institutos y servicios de la UPV. Todas estas unidades se agrupan en 3 bloques, de forma que cada año se audita uno de estos bloques.

La colaboración con la Unidad de Medio Ambiente se ha planteado desde el inicio de la asignatura, de forma que las auditorías se programan para finales de mayo y principios de junio haciéndolas coincidir con el horario de las clases. Cada grupo de estudiantes pasa a formar parte de un equipo auditor y, dentro del horario de clases, colabora en la auditoría de una de las unidades de la UPV. En la medida de lo posible, se intenta que la unidad a auditar tenga alguna relación con la actividad de la empresa del grupo de estudiantes.

Las auditorías se llevan a cabo en 3 días distintos, de forma que cada día actúan simultáneamente 5 equipos auditores constituidos por un auditor jefe (uno de los técnicos de la Unidad de Medio Ambiente) y uno de los grupos de estudiantes. Durante esos 3 días, el alumnado que no está participando en una auditoría, acude al aula con la profesora para avanzar en la redacción de los documentos del proyecto.

Para que los y las estudiantes saquen el máximo provecho de esta experiencia, se les proporciona con anterioridad la *Guía para la realización de la auditoría interna* de la UPV.

Una vez realizada la auditoría, el alumnado tiene que redactar el *informe de auditoría* correspondiente, para lo cual se le facilitan algunos ejemplos para que sepan cuál es su estructura y contenido. En el informe describirán las no conformidades detectadas, así como desviaciones y observaciones. Este informe se remite a la Unidad de Medio Ambiente.

3.3. Tareas programadas

Con la finalidad de evitar que el alumnado deje la redacción de los documentos para el último momento, se han programado una serie de tareas a realizar dentro del horario de las clases y que se han de entregar al finalizar las mismas. La realización de dichas tareas en clase permite, por un lado, que los alumnos no tengan que quedar fuera del horario lectivo (o al menos minimizar el tiempo externo invertido); y, por otro lado, tienen accesible a la profesora para solventar cualquier duda que les pueda surgir.

En total se plantean las tareas mostradas en la Tabla 3.

Tabla 3. Tareas programadas para efectuar en el aula

TAREA	DESCRIPCIÓN
1	Redactar la política ambiental de vuestra empresa
2	Realizar un diagrama de flujo del proceso productivo de vuestra empresa. Listar las instalaciones auxiliares (oficinas, comedor, laboratorio, taller de mantenimiento, almacén, sistema de cogeneración, aparcamiento, vestuarios...) Listar los aspectos ambientales derivados de todas las actividades de vuestra empresa.
3	Definir un criterio para calcular la significancia de los aspectos ambientales de vuestra empresa.
4	Aplicar el criterio que definisteis en la tarea 3 para calcular la significancia de los aspectos ambientales de vuestra empresa. Indicar qué aspectos ambientales de vuestra empresa son significativos y cuáles son no significativos.
5	Redactar seis propuestas de mejora para vuestra empresa: 3 para aspectos ambientales que os hayan salido significativos y 3 para aspectos ambientales que os hayan salido no significativos. Plantear una de dichas mejoras como objetivo ambiental a conseguir por vuestra empresa el año que viene y elaborar el programa correspondiente para conseguirlo.
6	Redactar el procedimiento “Procedimiento para la identificación y evaluación de aspectos ambientales”. Incluir los formatos de los registros correspondientes.
7	Redactar el procedimiento “Procedimiento para el control de vertidos”. Incluir los formatos de los registros correspondientes.
8	Redactar la instrucción técnica “Instrucción técnica para la gestión de ...” Incluir los formatos de los registros correspondientes. Cada grupo elegirá uno de los residuos peligrosos que genera su empresa y redactará la instrucción técnica para la gestión de dicho residuo.
9	Redactar el informe de auditoría interna de la UPV. Cada grupo lo hará para la unidad que le haya tocado auditar.

Una vez entregada cada tarea, la profesora la revisa y la devuelve al alumnado con los posibles errores detectados y una serie de comentarios para que la mejoren. El resultado de la revisión se envía antes de la siguiente clase para que el *feedback* tenga lugar antes de seguir avanzando.

3.4. Cronograma

Las clases presenciales en aula correspondientes al bloque de Gestión Ambiental son un total de 12 sesiones de 2 horas de duración cada una, que se imparten en 6 semanas. Al principio de cada clase se exponen los contenidos teóricos de la asignatura necesarios para llevar a cabo la tarea que se les encomendará a continuación.

En la Tabla 4 se muestra el cronograma seguido. El proyecto se presentará en dos entregas, de nuevo para evitar que el montaje final de todos los documentos se deje para el último momento, aproximándose a las fechas de los exámenes.

Tabla 4. Cronograma de las tareas y las entregas programadas

Actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Tarea 1												
Tarea 2												
Tarea 3												
Tarea 4												
Tarea 5												
Tarea 6												
Entrega 1												
Tarea 7												
Tarea 8												
Tarea 9												
Entrega 2												

La exposición oral del trabajo se efectúa el mismo día que la prueba escrita en la fecha programada por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Así, si la prueba escrita es por la tarde, las exposiciones se realizan por la mañana en intervalos de 30 minutos para cada grupo. De este modo, en un solo día realizan ambas pruebas.

4. Resultados

La integración del ABP en la asignatura “Gestión de la calidad y ambiental” a través de la metodología descrita supone una serie de ventajas en la adquisición de conocimientos y habilidades por parte del alumnado, las cuales se discuten a continuación.

4.1. Trabajo en el aula

El hecho de plantear una tarea a realizar en el aula inmediatamente después de la explicación teórica hace que el alumnado asimile mejor los conocimientos que se acaban de explicar. Al enfrentarse a la tarea, en primer lugar, revisa allí mismo la teoría impartida; a continuación, la discute con el resto de los miembros del equipo y, por último, la plasma en un documento. Posteriormente, al recibir la revisión/comentarios de la tarea, repasa de nuevo los conceptos.

Por tanto, en poco tiempo, el alumnado interactúa un total de 5 veces con los conceptos teóricos:

- Escucha los conceptos explicados por la profesora.
- Lee los conceptos en la documentación disponible en PoliformaT.
- Discute los conceptos con los miembros del equipo.
- Plasma los conceptos en un documento escrito.

- Revisa los conceptos plasmados de forma incompleta o errónea en el documento.

Además, al aplicar las tareas a una empresa real, es consciente de la aplicación práctica de los conceptos adquiridos.

4.2. Trabajo de campo

Aunque no es obligatorio, gran parte de los y las estudiantes tienen la oportunidad de visitar la empresa sobre la cual realizarán el proyecto para conocer de primera mano las instalaciones y cómo se trabaja en ella. Esta labor de campo hace que el alumnado desarrolle habilidades:

- Sociales, al tener que contactar con la empresa y entrevistarse con parte del personal para obtener la información necesaria.
- Cognitivas, al tener que aplicar pensamiento crítico sobre la forma de trabajar de la empresa para proponer mejoras.

Estas habilidades las continúan desarrollando cuando participan en la auditoría de las instalaciones de la UPV. Además, este segundo trabajo de campo les permite observar la universidad desde otra perspectiva que no conocían. El alumnado pasa a ser consciente de todas las actividades que se llevan a cabo en la universidad, además de las puramente docentes y de investigación, como son las compras, la gestión de residuos o los consumos de agua y energía.

4.3. Defensa oral del proyecto

La defensa oral del proyecto se ha planteado para poder diferenciar la calificación de cada miembro del equipo, si fuera el caso. Sin embargo, a lo largo de los años se ha comprobado que, en la gran mayoría de los equipos de trabajo, todos sus miembros han participado por igual en la elaboración del proyecto. De hecho, la existencia de la defensa oral favorece que no se repartan las tareas para trabajar de forma independiente.

Por otro lado, la preparación de la defensa oral del proyecto hace que el alumnado tenga que revisar los conocimientos adquiridos, por lo que supone un refuerzo positivo en el aprendizaje. Además, el hecho de realizarse el mismo día que la prueba escrita favorece la fijación de los conocimientos que más tarde demostrarán haber adquirido.

4.4. Resultados obtenidos en la prueba escrita

Tal como se ha indicado, la metodología descrita facilita la adquisición de los conocimientos por parte del alumnado. Esto queda reflejado en la prueba escrita, consistente en preguntas de respuesta abierta donde los y las estudiantes tienen que desarrollar parte de la documentación presentada en el proyecto. Desde que empezó a impartirse la asignatura, casi todos los cursos académicos el 100% del alumnado supera la prueba escrita a la primera, sin necesidad de recuperación.

Cabe indicar, que la calificación obtenida en la prueba escrita sí permite establecer diferencias entre el alumnado de un mismo equipo de trabajo.

5. Conclusiones

La aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos en una asignatura teórica permite el aprendizaje profundo de los conceptos explicados. Además, es necesaria la combinación de esta metodología con la clase magistral, ya que previamente a la ejecución de las diferentes tareas es indispensable que los alumnos/as conozcan los conocimientos teóricos. Durante la realización del trabajo en aula, los y las estudiantes cuentan con la ayuda de la profesora para la resolución de dudas, obteniendo también un *feedback* instantáneo de la tarea ejecutada. La interacción con una empresa real y la auditoría de las instalaciones de la UPV genera motivación en el alumnado y promueve el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas. Respecto a los actos de evaluación, la defensa oral del proyecto presenta varias ventajas. En primer lugar, la existencia de este acto de evaluación favorece que los miembros del equipo no individualicen las tareas, pues no han sido observadas diferencias significativas entre las calificaciones en un mismo equipo. En segundo lugar, sirve de refuerzo para la fijación de los conocimientos adquiridos. En cuanto a la prueba escrita, los resultados obtenidos en esta prueba verifican que la metodología aplicada facilita el aprendizaje del estudiantado, ya que prácticamente el 100% supera la prueba.

Las conclusiones obtenidas están en línea con las presentadas por otros autores. García García et al. (2014) incluyeron la participación de empresas en la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado de Ingeniería Informática. Los autores destacan diferentes resultados satisfactorios, como son el desarrollo de las competencias transversales por parte del alumnado, el logro de un mayor conocimiento profundo de las competencias específicas, así como una mayor motivación, resaltando el acercamiento al mundo laboral. Manchado Pérez et al. (2017) presentan los resultados de aplicación del ABP en el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto. En este trabajo, se enfatiza que el alcance del éxito requiere que la experiencia simule de manera realista la actividad profesional.

Referencias

- Cánovas Reverte, Ó., Usandizaga, I., & Molina-Carmona, R. (2019). Aprendizaje Basado en Proyectos entre asignaturas: tres experiencias, muchas preguntas y algunas respuestas. *Actas de las XXV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2019*, 79-86.
- Estruch, V., & Silva, J. (2006). Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática. *Actas de las XII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2006*, 339-346.
- García García, M. J., Escribano Otero, J. J., & Gaya López, M. C. (2014). Experiencia de aplicación de ABP al Grado de Ingeniería Informática. *Actas de las Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2014*.
- Manchado Pérez, E., Romero Piqueras, C., López Pérez, J.M., & Casas Nebra, R. (2017). Colaboración con empresas en la docencia de asignaturas en el marco del ABP. *IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2017*.
- Montes de Oca Recio, N., & Machado Ramírez, E. F. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidades médicas*, 11(3), 475-488.
- Pareja Fernández de la Reguera, J. A., Fernández Cabezas, M., & Fuentes Esparrell, J. A. (2019). Innovación metodológica en el Máster profesionalizador de formación del profesorado: aprendizaje basado

en proyectos desde la interdisciplinariedad. *Profesorado: revista de curriculum y formación del profesorado*.

Petrovic, M., Hoti, D., & Todorovi, O. (2020). Project Based Learning and Distance Learning Handbook. USA: NALED.

Valero García, M., & García Zubia, J. (2011). Cómo empezar fácil con PBL. *Actas de las XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2011*.