

El aprendizaje basado en proyectos

Una experiencia piloto
en la Escuela de Caminos de Valencia

Innovación y mejora educativa

CAMINOS
upv

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

Editores

Ignacio Andrés Doménech
Amalia Sanz Benlloch

El aprendizaje basado en proyectos

Una experiencia piloto en la Escuela
de Caminos de Valencia

Editores científicos

Ignacio Andrés Doménech
Amalia Sanz Benlloch



Editorial
Universitat Politècnica
de València

Colección *Innovación y Mejora Educativa [UPV]; 2*

Editores científicos

Ignacio Andrés Doménech

Amalia Sanz Benlloch

Editorial

2021 Editorial Universitat Politècnica de València

www.lalibreria.upv.es / Ref.:6697_01_01_01

ISBN: 978-84-9048-647-4

DOI: https://doi.org/10.4995/IME.2021.6697_01



El aprendizaje basado en proyectos. Una experiencia piloto en la Escuela de Caminos de Valencia

Se permite la reutilización y redistribución de los contenidos siempre que se reconozca la autoría y se cite con la información bibliográfica completa. No se permite el uso ni la generación de obras derivadas

Editores

IGNACIO ANDRÉS DOMÉNECH

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universitat Politècnica de València y Doctor por la misma universidad. Es profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medioambiente e investigador del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Desde 2016 es el subdirector Jefe de Estudios de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Imparte asignaturas del área de Ingeniería Hidráulica en los grados en Ingeniería Civil e Ingeniería de Obras Públicas, en el Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y en el Máster en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Sus líneas de investigación más relevantes son la gestión sostenible del ciclo urbano del agua, el análisis, diseño y modelación de sistemas de drenaje urbano, la modelación hidrológica estocástica y el análisis, gestión y evaluación del riesgo de inundación. Es editor de la revista Ingeniería del Agua. En el campo profesional, trabajó hasta 2007 en Técnica y Proyectos SA, donde dirigió el Departamento de Obras Hidráulicas de la Dirección Territorial de Levante desde 2006; actualmente colabora estrechamente con el Ayuntamiento de Valencia en el drenaje y saneamiento de la ciudad; desarrolla además labores de asistencia técnica tanto a empresas privadas como a Administraciones, fundamentalmente en temas de hidrología urbana.

AMALIA SANZ BENLLOCH

Licenciada en Ciencias Ambientales, Ingeniero Técnico de Obras Públicas y Doctora por la Universitat Politècnica de València. Es profesora Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil, y miembro del grupo de investigación e innovación en Gestión del Proceso Proyecto-Construcción. Ha sido subdirectora de Alumnado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos entre 2008 y 2014 y directora académica del Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil entre 2017 y 2021. Imparte docencia en el Grado en Ingeniería Civil, en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas y en el Máster en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil, en asignaturas relacionadas con la prevención de riesgos laborales y los proyectos de ingeniería civil. Su actividad investigadora se centra en la contratación colaborativa en el sector de la construcción y la sostenibilidad social en el ciclo de vida de la infraestructura, con participación en proyectos a nivel autonómico y nacional.

Resumen

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, en el marco del proyecto de innovación y mejora educativa “Incorporación del aprendizaje basado en proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas” ha desarrollado una experiencia piloto para la incorporación coordinada de esta metodología activa de enseñanza-aprendizaje, en diez asignaturas en un mismo cuatrimestre de la titulación. La experiencia demuestra el alto valor añadido tanto para estudiantes como para profesores, dado que permite, por una parte, cohesionar los contenidos e interrelaciones entre asignatura; y por otra, el estudiante aprende en un contexto muy próximo a su futura vida profesional.

Agradecimientos

Esta publicación recoge la experiencia desarrollada en el seno del proyecto de innovación y mejora educativa “Incorporación del aprendizaje basado en proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas” (PIME/19-20/149) de la convocatoria “Aprendizaje+Docencia 2019” de la Universitat Politècnica de València. Los editores agradecen la financiación recibida de la Universitat Politècnica de València para la difusión y comunicación de los resultados del proyecto. De igual modo, agradecen la implicación, ilusión y motivación de todos los participantes en esta experiencia.

Prólogo

Uno de los empeños que teníamos en el Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación era el que los proyectos de innovación docente y las metodologías docentes activas, reconocidos en las convocatorias de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIMEs), permearan y se instalaran en las titulaciones de la Universitat Politècnica de València (UPV), en la propia definición de los planes de estudios, generándose un cambio en su estructura y definición que alentara a un nuevo modelo de aprendizaje.

Durante años, algunos profesores y profesoras, de manera ejemplar, han venido aplicado metodologías docentes activas que han transformado el aprendizaje de los estudiantes en el contexto de las asignaturas que imparten, algo que ha derivado en una inercia positiva, aunque en cierto modo aislada. Si bien es verdad que hay titulaciones, sobre todo algunas que se han implantado más recientemente, que incorporan en su definición el desarrollo de proyectos y el “aprender haciendo”, en gran medida las iniciativas de aprendizaje activo se han centralizado en asignaturas concretas y en algunas, pocas, colaboraciones entre profesores.

Con la idea de extender y fomentar un modelo de aprendizaje activo en las titulaciones, surgió la iniciativa de promover **PIMEs Institucionales**. El objetivo primordial era que los centros de la UPV introdujeran cambios significativos en las titulaciones que organizan, motivando a profesores y estudiantes a una formación real en competencias. Esta iniciativa se enmarca en lo que se vino a denominar **Aprendizaje y Docencia**, una convocatoria que concentra diferentes líneas de actuación, entre las que se encuentran los PIMEs, y de manera más concreta la formación en competencias en las titulaciones y la integración de escenarios formativos de aprendizaje activo. Entre estos escenarios, se consideró de manera primordial la necesidad de fomentar el **aprendizaje basado en proyectos** (ABP).

La idea fundamental era que todos los estudiantes se vieran inmersos en algún momento de su etapa formativa en el desarrollo de un proyecto, a ser posible en colaboración con organizaciones externas, de manera que esta experiencia fuera lo más real posible. Con este fin, se promovió un modelo que llegara a la transformación de los planes de estudios, redefiniendo su estructura organizativa de manera que se creara ese *espacio* en el que los estudiantes, colaborativamente, pudieran verse inmersos en la experiencia de aplicar conocimientos, conceptos y metodologías aprendidas en otras asignaturas al desarrollo de un proyecto.

Este objetivo supone un reto importante tanto para el centro como para el profesorado, que además de asumir nuevos modelos docentes, deben reestructurar las asignaturas involucradas para dejar paso a ese *espacio* en el que los estudiantes puedan desempeñarse realizando el proyecto asignado, asumiendo además el rol de mentor y acompañante, tanto para definir los proyectos a realizar como para su posterior desarrollo.

La publicación que tienen en sus manos es un ejemplo de como la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos ha gestionado y desarrollado la incorporación de la metodología ABP en su contexto académico, con referencias a

experiencias previas en su mismo ámbito, un análisis de su implantación y los testimonios de profesores que han asumido la responsabilidad de analizar y aplicar esta metodología en su contexto.

Se trata de un ejercicio ejemplar, que aborda de manera holística la implantación de la metodología ABP en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas, a partir de un análisis que parte de otras experiencias llevadas a cabo, considera el contexto y estructura de la titulación, así como el perfil de estudiantes y profesorado, y presenta un proyecto piloto de implantación.

Esta experiencia piloto expone la adaptación que se ha llevado a cabo en las tres especialidades de la titulación (*Construcciones Civiles, Hidrología y Transportes y Servicios Urbanos*) y en una asignatura común a ellas (*Taller de práctica profesional*), todo en el marco de un ámbito de aplicación (el portuario) que integra a las asignaturas implicadas.

Sirva este libro como referente y modelo de adaptación de una titulación para la implantación del ABP en nuestra universidad, como acicate para el necesario cambio formativo que la sociedad requiere.

Mi más sincera enhorabuena a la Escuela y a los responsables y profesores implicados en esta experiencia.

¡Que éste sea el inicio de un camino sin retorno hacia un modelo de aprendizaje auténtico!

Eduardo Vendrell Vidal

Vicerrector de Estudios, Calidad y Acreditación 2017-2021
Universitat Politècnica de València


Índice


Prólogo	I
Aprendizaje basado en proyectos	1
<i>Amparo Fernández Marcha; M^a Pilar Bonet Espinosa; Antonio Molina Marco; Eduardo Vendrell Vidal</i>	
El aprendizaje basado en proyectos en las Escuelas de Caminos de España	21
<i>Ignacio Andrés Doménech; Eugenio Pellicer; Ana Rivas; Jose María Coronado</i>	
Condicionantes internos en la Escuela de Caminos de Valencia	35
<i>M. Esther Gómez-Martín; Tomás Ruiz Sánchez</i>	
Diseño conceptual de la experiencia piloto.....	41
<i>Ignacio Andrés Doménech; Amalia Sanz Benlloch</i>	
Adaptación docente de la asignatura común <i>Taller de práctica profesional</i>	49
<i>Laura Montalbán Domingo; Tatiana García Segura; Francisco J. Bayarri Cebrián; Amalia Sanz Benlloch</i>	
Adaptación docente de la intensificación <i>Construcciones civiles</i>	61
<i>Miguel Ángel Fernández Prada; Jorge Molines Llodrá; José B. Serón Gáñez</i>	
Adaptación docente de la intensificación <i>Hidrología</i>	71
<i>Inmaculada Romero Gil; Vicent Benedito Durá</i>	
Adaptación docente de la intensificación <i>Transportes y servicios urbanos</i>	79
<i>Vicent Esteban Chapapría; Ignacio Villalba Sanchis; Álvaro Cuadrado Tarodo</i>	
Análisis de la experiencia y retos para el futuro.....	87
<i>Ignacio Andrés Doménech; Amalia Sanz Benlloch; Laura Montalbán Domingo; Tatiana García Segura; Francisco J. Bayarri Cebrián; Miguel Ángel Fernández Prada; Jorge Molines Llodrá; José B. Serón Gáñez; Inmaculada Romero Gil; Vicent Benedito Durá; Vicent Esteban Chapapría; Álvaro Cuadrado Tarodo; Ignacio Villalba Sanchis</i>	
Anexo	99

Aprendizaje basado en proyectos

Amparo Fernández March
Instituto de Ciencias de la Educación. *Universitat Politècnica de València*
afernama@ice.upv.es

M^a Pilar Bonet Espinosa
Instituto de Ciencias de la Educación. *Universitat Politècnica de València*
pbonet@ice.upv.es

Antonio Molina Marco 
Dpto. de Sistemas Informáticos y Computación. *Universitat Politècnica de València*
amolina@upv.es

Eduardo Vendrell Vidal 
Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática. *Universitat Politècnica de València*
even@upv.es

1. Los retos de la ingeniería

En 2010 la UNESCO en su informe sobre *Ingeniería: cuestiones, desafíos y oportunidades para el desarrollo* (UNESCO 2010, p.6), apunta hacia el contexto mundial de los ingenieros y la necesidad de "innovar y aplicar efectivamente la ingeniería y la tecnología hacia los temas y los grandes problemas globales en vigencia, como la reducción de la pobreza, el desarrollo sostenible y el cambio climático - y desarrollar urgentemente una ingeniería más verde y reducir la tecnología del carbono".

En la actualidad, un grupo internacional de pensadores reconocidos identificaron los *catorce grandes retos* para la Ingeniería en el siglo XXI. Así mismo dividieron estos *grandes retos* en cuatro temas transversales: sostenibilidad, salud, seguridad y la alegría de vivir (ver más en <http://www.engineeringchallenges.org/>)

En suma, el futuro de la profesión de ingeniero es un reto y requiere una revisión de cómo los ingenieros son educados con el fin de abordar el desafío mencionado anteriormente. Los currículos tradicionales centrados en el docente no responden a las necesidades sociales y profesionales planteadas. El conocimiento parece ya no ser suficiente, los estudiantes deben estar equipados con habilidades y competencias para trabajar y producir en contextos globales y hacer frente a los desafíos planteados por la *cuarta revolución industrial*, marcada por la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas. Se necesita una nueva visión de aprendizaje para la educación en ingeniería centrada en los estudiantes y que al mismo tiempo los prepare para la incertidumbre del futuro. La educación en ingeniería requiere una *revolución* cambiando a un currículo más centrado en el estudiante capaz de preparar y equipar a los estudiantes para el futuro.

El cambio en la educación en ingeniería se está produciendo en todo el mundo, donde políticos, educadores e instituciones se vuelven cada vez más conscientes de los desafíos futuros. El apoyo al cambio se visualiza, por ejemplo, en el establecimiento de organizaciones profesionales de educación en ingeniería, tal como la Sociedad Europea de Educación en Ingeniería (SEFI, ABIBEI, ASEE), las plataformas (conferencias y simposios anuales) y las comunidades de investigación (p. ej., el Centro de Aalborg, que combina el aprendizaje basado en problemas y proyectos [ABP o PBL] en las

ciencias de la ingeniería y sostenibilidad, bajo el auspicio de la UNESCO, Dinamarca). Éstos proporcionan recursos, conocimientos y apoyo al cambio mediante el establecimiento de proyectos de investigación, programas de doctorado, publicaciones científicas y conocimientos sobre sinergias en la práctica profesional de ingeniería y los retos a abordar, el aprendizaje de los estudiantes, los enfoques de enseñanza y el desarrollo curricular.

Del mismo modo, en nuestro país, desde hace algún tiempo, se vienen produciendo movimientos en las ingenierías hacia este tipo de planteamientos educativos. Fruto de este impulso son los numerosos eventos en los que otro modelo de enseñanza-aprendizaje se ha ido abriendo camino. En este contexto, la Universitat Politècnica de València (UPV) ha venido impulsando estas líneas de innovación y mejora y ha puesto al servicio de los profesores y profesoras la formación necesaria para abordar con ciertas garantías los desafíos que se plantean ante cualquier cambio educativo.

2. El aprendizaje basado en problemas (PBL) y orientado a proyectos (POL)

El PBL/POL, más conocido en nuestro contexto con las siglas de ABP (aprendizaje basado en proyectos), es un enfoque de aprendizaje activo, centrado en el estudiante, donde un grupo (o varios) de estudiantes aprende resolviendo problemas reales y auténticos. Como práctica, tuvo su origen en los años 70 para desarrollar las habilidades necesarias para la práctica profesional junto con el conocimiento. En este sentido, las universidades que, en su momento, transitaban hacia este modelo, iniciaron un cambio en la educación profesional de ingeniería al proporcionar una alternativa a la educación tradicional.

El PBL puede ser definido desde diferentes perspectivas: pasando de consideraciones filosóficas y teorías de aprendizaje a los modelos curriculares y la práctica. Como una filosofía de aprendizaje, el PBL está enraizado en ideas democráticas y participativas donde el estudiante es independiente, autónomo y responsable de su aprendizaje al tomar decisiones sobre qué aprender, cómo, cuándo y por qué. En este sentido, el PBL no solamente sitúa a los estudiantes en el centro del aprendizaje, sino que los ve como co-constructores del currículo (Graaf, E. de y Kolmos.A., 2017).

Desde el punto de vista del aprendizaje, el POL se fundamenta en el aprendizaje cooperativo, en el aprendizaje experiencial y en el contextual, en una visión interdisciplinar de los problemas reales, fomentando las prácticas ejemplares que puedan servir para transferirlas a otros contextos y en una relación muy clara entre la teoría y la práctica. Estas características están interrelacionadas y proporcionan el terreno para un aprendizaje significativo y profundo (Paricio, J., 2019).

Además, el POL también se puede definir desde una perspectiva curricular, que en realidad se refiere a cómo las consideraciones filosóficas y los principios de aprendizaje se traducen en un entorno de aprendizaje y, a un plan de estudios basado en estos planteamientos.

El cambio curricular es una empresa compleja y requiere recursos, aprendizaje, conocimiento y actores motivados. Los factores que impulsan el cambio son contextuales, es decir, dependen de las condiciones locales y el tipo de programas,

instituciones, países, etc. Actualmente, las demandas de la industria, las bajas tasas de reclutamiento y retención, la falta de motivación de los estudiantes han sido los conductores más comunes, que obligan a los profesores de ingeniería y a las instituciones a encontrar alternativas al currículo existente (Kolmos, A. y De Graaff, E., 2017).

Debido a los principios de aprendizaje y a la forma en que se organiza el aprendizaje, el POL fomenta las competencias necesarias para abordar los retos de la ingeniería, a saber, identificación y resolución de problemas, trabajo en equipo, aprendizaje autónomo, pensamiento crítico / reflexivo, comunicación, flexibilidad y adaptabilidad. Del mismo modo, en un plan de estudios con POL, hay una amplitud y profundidad en el cómo se desarrollan estas competencias. Por ejemplo, el tipo de problema requiere diferentes tareas cognitivas, conocimiento, aprendizaje en grupo y manejo, dependiendo de si el problema es más o menos complejo, abierto y estructurado.

En síntesis, el PBL/POL es una filosofía de aprendizaje relativamente nueva y una estrategia capaz de educar a los futuros ingenieros con las habilidades y competencias necesarias para abordar los desafíos sociales y profesionales. Puede contribuir a una revolución en la educación de la ingeniería, por ejemplo:

- a) Colocando al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje e involucrarlo en la construcción del plan de estudios.
- b) Integrando el conocimiento innovador y contemporáneo sobre cómo aprenden los estudiantes y proporcionando una comprensión holística del currículo y sus sinergias que conducen a una diversidad de modelos.
- c) Creando el entorno de aprendizaje y espacios para el desarrollo de las competencias necesarias para abordar los retos del siglo XXI.

2.1 ¿Funcionan estos métodos?

Los metaanálisis realizados sobre estos métodos (PBL y POL), han mostrado que son eficaces para facilitar la adquisición y retención de conocimientos (Dochy, Mein, Van Den Bossche, & Gijbels, 2003; Mergendoller, Maxwell, & Bellisimo, 2006), apoyando el desarrollo de importantes habilidades del mundo real como la resolución de problemas complejos, el pensamiento crítico, el análisis y la evaluación de la información, el trabajo cooperativo y la comunicación efectiva (Duch, Groh, & Allen, 2001), y para el desarrollo de un conocimiento flexible. Además, los estudios han encontrado que el PBL involucra a los estudiantes y les ayuda a aprender a aprender. Sin embargo, para participar eficazmente en el PBL, los estudiantes deben hacerse responsables de su aprendizaje y participar activamente en los procesos de construcción del conocimiento y de creación de significado (Mergendoller, Markham, Ravitz y Larmer, 2006). Para muchos estudiantes, este papel entra en conflicto con los hábitos profundamente arraigados que han desarrollado a través de experiencias más familiares en el aula, en las que han sido receptores pasivos del conocimiento (Rasku-Puttonen, Eteläpelto, Arvaja, & Päivi Häkkinen, 2003). Para que el potencial de los enfoques centrados en el estudiante y basados en la investigación se haga realidad, los estudiantes deben hacer el cambio a su nuevo papel como aprendices activos y desarrollar habilidades de aprendizaje autorregulado.

2.2 Historia

El aprendizaje basado en problemas y orientado a proyectos es una estrategia educativa, un método para organizar el proceso de aprendizaje de tal manera que los estudiantes participen activamente en la búsqueda de respuestas por sí mismos. A lo largo de la historia, los grandes maestros y pedagogos han entendido siempre la eficacia de estos principios. Sócrates señaló la importancia de cuestionar al estudiante con el fin de activar el conocimiento latente, y el filósofo chino Confucio hizo hincapié en la importancia de la participación en unos pocos versos citados con frecuencia: *Háblame... y lo olvidaré. Muéstrame... y lo recordaré. Involúcrame... y lo entenderé. Da un paso atrás... y actuaré.*

Cómo involucrar a los estudiantes, depende, por supuesto, de la situación particular y de la edad de éstos. Sin embargo, los conceptos educativos como "*aprendizaje por descubrimiento*", "*aprender haciendo*", "*aprendizaje experimental*", y "*aprendizaje centrado en el estudiante*" sugieren claramente explotar los rasgos humanos como la curiosidad y el sentido de dominio y la autodeterminación (Rogers, 1961; Kolb, 1984; Schmidt 1983; Deci, E. L., & Ryan, R. M., 1985; Chi, M. T. H., 2009).

Durante mucho tiempo, la pedagogía en el campo de la educación superior ha sido extremadamente descuidada. De hecho, el tema de la enseñanza universitaria no atrajo la atención antes de que ocurriese el aumento masivo del número de estudiantes en la década de 1960. En ese momento, las innovaciones brotaron por todas partes. En muchos lugares, se propusieron alternativas.

Entre estas innovaciones educativas, el aprendizaje basado en problemas, fue uno de los que más éxito cosechó. El término fue acuñado originalmente por Don Woods, sobre la base de su trabajo con los estudiantes de química en la Universidad de McMaster en Canadá. Sin embargo, la popularidad y la posterior propagación mundial del PBL está vinculado principalmente a la introducción de este método educativo en la escuela de medicina de la Universidad de McMaster.

Paralelamente al desarrollo del PBL y durante mucho tiempo de manera casi independiente, surgió en Dinamarca una tradición de la pedagogía de proyectos en la educación en ingeniería. Durante los años setenta, se crearon dos nuevas universidades: la Universidad de Roskilde en 1972 y la Universidad de Aalborg en 1974. Esto ocurrió debido a un movimiento muy fuerte de los estudiantes, en el caso de la Universidad de Aalborg, a que la industria quería nuevos perfiles de competencias de los ingenieros. El aprender haciendo y el aprendizaje experimental fueron dos de los principios que dominaron el desarrollo de este sistema en particular. A raíz del movimiento estudiantil de finales de los sesenta, las ciencias sociales tuvieron un momento fuerte durante los años setenta en relación con el trabajo del proyecto, como un posible factor para contribuir al cambio en la sociedad. En particular, esto ocurrió en los países del norte de Europa como Dinamarca, Alemania y los Países Bajos, y las ventajas resultaron ser el aprendizaje y el logro de nuevas habilidades (Graaf, E. de y Kolmos, A., 2017).

El elemento común del *aprendizaje basado en problemas* y del *aprendizaje basado en proyectos* es que, en ambos casos, el aprendizaje se organiza en torno a los problemas. Un problema como un incentivo para el proceso de aprendizaje es un principio fundamental para aumentar la motivación de los estudiantes. Por lo tanto, es

importante, que los estudiantes se sientan atraídos por los problemas con base en sus propias experiencias e intereses. Estos podrían ser cualquier tipo de problema, por ejemplo, un problema concreto y realista, o un problema teórico. Lo más importante es que el problema refleje las condiciones de la práctica profesional. Por consiguiente, tiene sentido que en algunas ocasiones los casos sean relativamente cortos y proporcionen materiales de estudio durante media semana; y, en otras un proyecto pueda durar medio año.

2.3 Principios

Los investigadores han relacionado los conceptos del ABP (PBL/POL) a una variedad de nociones teóricas, como el aprendizaje experiencial (Kolb), el profesional reflexivo (Schön), el constructivismo y el aprendizaje social (Piaget, Vygotsky, Lave y Wenger) (Gijsselaers, 1996; Cowan 1998). Teniendo en cuenta todos estos referentes, se plantean algunos principios comunes a los diferentes modelos de aplicación, que pueden servir para orientar *las buenas prácticas*.

2.3.1 Enfoque al aprendizaje activo y constructivo

Micheline Chi (2009) distingue entre actividades para un aprendizaje activo y actividades para un aprendizaje constructivo, definiendo estas últimas como aquellas “en las que, al realizarlas, los estudiantes producen resultados añadidos, esto es, resultados que contienen ideas relevantes que *van más allá* de la información de partida que se les ha dado” (p. 78). Todo aprendizaje constructivo es activo, pero no todo aprendizaje activo es constructivo.

El valor de la distinción de Chi es que nos permite superar la indefinición y ambigüedad que conlleva el término *activo*. Al fin y al cabo, todo aprendizaje, incluso el más memorístico y reproductivo, no puede ser sino activo. Lo que marca la diferencia es el aprendizaje *constructivo*, un aprendizaje en el que (mediante el debate, la escritura de ensayos, la resolución de problemas, el estudio de casos... o incluso la simple reflexión) el estudiante produce algo que va más allá de lo que se le ha dado como punto de partida (reorganiza las ideas, sintetiza, critica, diseña, aplica, ofrece soluciones, hace diagnósticos, aporta análisis...). La distancia entre el punto de partida y el de llegada, el tipo de transformación que requiere, esto es lo que determina el nivel de actividad en sentido constructivo. La clave, por tanto, de este aprendizaje activo/constructivo, es la elaboración cognitiva y la transferencia, lo que el estudiante hace... a partir de aquello que se le presenta: ¿con qué lo pone en relación?, ¿dónde lo aplica?, ¿qué interpreta, averigua o diseña con ello?, ¿qué conclusiones extrae?, ¿qué cuestiones se abren a partir de allí?... La clave es ir más allá de la mera reproducción, tanto más allá cuanto sea posible: pensar, razonar a través de determinados criterios, conceptos, modelos o conjuntos de datos.

En las metodologías PBL/POL/ABP *el aprendizaje se organiza en torno a los problemas y se lleva a cabo en los proyectos*. Un *problema* (una pregunta, una anomalía, una contradicción, una necesidad, etc.) hace que el punto de partida para los procesos de aprendizaje tenga lugar en su contexto, y fundamente el aprendizaje en la experiencia del alumno. El hecho que también sea *basado en proyectos* significa que es una tarea única que implica el análisis más complejo y estrategias para resolverlo.

Es crucial que *el problema sirva de base* para el proceso de aprendizaje, ya que determina la dirección de este, y que ponga el énfasis en la *formulación de una pregunta* en lugar de en la respuesta. Esto también permite que el contenido de aprendizaje se relacione con el contexto y promueva, por tanto, la motivación y la comprensión de los estudiantes. También es esencial que el ímpetu directriz sea consistente con la forma en que la evaluación educativa condiciona al método (Holgaard, J.E., Petersen, L, S., Guerra, A. y Kolmos.A., 2017).

En síntesis, se trata de involucrar a los estudiantes en actividades de investigación, toma de decisiones y escritura propios del aprendizaje profundo y del cambio de los modos de pensar y razonar.

2.3.2 Enfoque hacia el aprendizaje interdisciplinar

Este aprendizaje puede extenderse a lo largo de los límites y métodos tradicionales relacionados con las materias. Este principio es fundamental para la organización de la enseñanza, donde no sólo se consideran los resultados de aprendizaje específicos de la materia determinada por el docente, sino que se tienen en cuenta los *problemas o situaciones reales que por definición son interdisciplinarias*.

El trabajo del proyecto es ejemplar tanto en contenido como en enfoque. La *ejemplaridad* implica que los resultados de aprendizaje logrados durante el trabajo de un proyecto concreto son transferibles a situaciones similares. Esto requiere que los estudiantes comprendan el contexto del problema y el alcance de las conclusiones alcanzadas por el grupo. La ejemplaridad del proyecto asegura que, a través de su trabajo de proyecto, los estudiantes adquirirán conocimientos y competencias aplicables en un contexto más amplio que el del proyecto en sí. (Perkins, D. N., & Salomon, G., 1988).

Normalmente, el enfoque al problema apoya a la *relación entre la teoría y la práctica* por el hecho de que el proceso de aprendizaje implica un enfoque analítico mediante el uso de la teoría en el análisis de los problemas y los métodos de resolución de problemas. Además, sirve de entrenamiento de metodologías de investigación.

2.3.3 El enfoque social del aprendizaje

Las personas aprenden más cuando están intensamente involucradas en su formación y se les pide aplicar lo que están aprendiendo en diferentes contextos. La colaboración con otros en la resolución de problemas o en el dominio de una materia difícil es un escenario que prepara al alumnado para enfrentarse a problemas mal definidos e inesperados con los que se encontrarán habitualmente durante y después de la universidad (Kuh, 2008).

Esto nos conecta con los elementos sociales del aprendizaje, que encuentran asimismo un escenario muy propicio en la interacción entre iguales (Liang, 2002; Slavin, 2011). En el aprendizaje en equipo, el aprendizaje se entiende como un hecho social donde el aprendizaje ocurre a través del diálogo y la comunicación. Por otra parte, los estudiantes no solamente aprenden el uno del otro, sino que también aprenden a compartir conocimientos y organizar por sí mismos el proceso de aprendizaje colaborativo (Johnson, W. D., y Johnson, T. R., 1994).

La cooperación es una fuerza impulsora en el ABP. Un grupo de estudiantes trabaja en estrecha colaboración para gestionar y completar un proyecto durante un período prolongado de tiempo, tomando un problema como punto de partida para su trabajo. El apoyo mutuo es fundamental para la finalización satisfactoria del proyecto. El trabajo incluye aspectos como el intercambio de conocimientos, la toma colectiva de decisiones, discusiones, coordinación de acciones y retroalimentación crítica mutua. Los grupos de estudiantes también participan en estrecha cooperación con sus supervisores y con socios externos.

2.3.4 Aprendizaje autónomo y autorregulado (SRL: Self-Regulated Learning)

Se trabaja en un contexto de trabajo autónomo con el *andamiaje* adecuado para cada situación en particular. El estudiante se responsabiliza de su aprendizaje y da sentido a los conocimientos y conceptos que encuentra. Para hacerlo de forma eficaz, los estudiantes deben estar motivados para aprender y ser capaces de centrar sus esfuerzos y su atención de forma adecuada, supervisar y evaluar su progreso, y buscar ayuda cuando sea necesario.

En estas metodologías (Problemas/Proyectos), el aprendizaje se realiza a través de ciclos de preguntas, investigación, aplicación de la lógica y el razonamiento, desarrollo y comprobación de hipótesis, evaluación de las pruebas, síntesis de la información e integración de las aportaciones de los compañeros y del profesor que conducen a niveles más profundos de comprensión (Mergendoller et al., 2006). Estas actividades se desarrollan en *tres fases principales*: 1) lanzamiento del proyecto/problema, 2) indagación guiada y creación de productos/soluciones, y 3) conclusión del proyecto/problema (Mergendoller et al., 2006). Según la perspectiva cognitiva social, los procesos de autorregulación se dividen en tres fases cíclicas: 1) previsión, 2) rendimiento o control volitivo, y 3) autorreflexión (Zimmerman, 2000). Existe una relación dinámica y recíproca entre las actividades del ABP (PBL/POL) y los procesos de autorregulación del aprendizaje, que son internos al estudiante. Dada la naturaleza de esta relación, cada fase presenta oportunidades para que se empleen procesos específicos de autorregulación y, a su vez, un aprendizaje autorregulado eficaz puede mejorar el rendimiento en las tres fases de esta metodología. Esta vinculación merece centrar los esfuerzos de los docentes con el fin de fomentar la autorregulación en el aprendizaje de los estudiantes.

3. Elementos clave para un plan de estudios basado en proyectos

La definición del ABP a partir de los principios de aprendizaje permite la variación en el diseño de modelos y también permite ajustarse a una institución determinada. Pero deben realizarse algunas consideraciones especiales, en términos de metas educativas, de las tradiciones sociales, culturales, políticas y económicas, así como de la cultura educativa e institucional. Lo que se hace en la Universidad de Aalborg, la Universidad de Tecnología de Delft o cualquiera de las otras universidades no puede ser copiado, no obstante, su modelo concreto puede servir de inspiración para el desarrollo curricular en otras partes del mundo. Sin embargo, no existe una deducción lógica de las teorías en cuanto al modelo. Por el contrario, la historia demuestra que los modelos han sido desarrollados a partir de ideas, de ensayo y error, de la teoría y de nuevos experimentos. Por consiguiente, la formulación de los principios básicos del aprendizaje solamente puede conducir a un nivel estratégico del plan de estudios. Se necesitan herramientas más concretas para su implantación en el plan de estudios.

En general, se identifican los siguientes siete elementos (Figura 1): objetivos y conocimientos, tipos de problemas y proyectos, la progresión y el tamaño, el aprendizaje de los estudiantes, el personal académico y la facilitación, el espacio físico y la organización y, por último, las pruebas y la evaluación. Todos estos elementos son esenciales en un plan de estudios y todos ellos deben estar alineados.

El principio de la alineación se basa en la comprensión holística. Si hay un cambio en un elemento deben efectuarse cambios en todos los otros elementos. Cada uno de estos espectros puede ser útil para aclarar una práctica específica del ABP. Entre los puntos extremos puede haber muchas prácticas, pero si la práctica obliga a una línea en zigzag a través de todos los elementos, mostrará una falta de alineación en el modelo específico del ABP.



Figura 1. Alineamiento de los elementos de ABP en el plan de estudios.
Adaptado de Kolmos et al. (2009).

3.1 Objetivos y conocimiento

Este elemento se refiere al carácter disciplinar o interdisciplinar del proyecto. En realidad, se puede ver como un continuo que va desde proyectos disciplinares hasta proyectos con un carácter muy interdisciplinar. Del mismo modo, en esta dimensión es en la que cabe plantear el tipo de objetivos/resultados de aprendizaje que se persiguen y el contexto, proponiendo proyectos más cerrados y dirigidos hasta proyectos mucho más abiertos en los que los estudiantes tienen que asumir un trabajo mucho más autónomo y autorregulado.

3.2 Tipo de problemas, proyectos y la clase

De Graaff & Kolmos (2003) determinaron varias definiciones del problema y tipos de proyectos: el proyecto tarea, el proyecto disciplinar y el proyecto problema:

- a) *El proyecto tarea* se caracteriza por un alto grado de planificación y dirección por parte del profesor (objetivos didácticos) que implica una gran tarea que debe ser resuelta. Tanto el problema como los métodos en la temática se eligen de antemano, de modo que, para el estudiante, la principal preocupación es la de completar el proyecto de acuerdo con las directrices establecidas.

- b) *El proyecto disciplinar* suele ser, aunque no necesariamente, caracterizado por un grado bastante alto de dirección del profesor (por los requisitos del programa de estudio), en el que las disciplinas y los métodos son elegidos de antemano. Sin embargo, puede permitirles a los grupos identificar y definir el problema dentro de las directrices de las disciplinas descritas (las cuales se describen en las descripciones temáticas).
- c) *El proyecto problema* es un proyecto a gran escala en la que el curso de acción no se planifica en detalle por los profesores. La formulación del problema dirige la selección de las disciplinas y de los métodos y el problema mismo surge de la temática orientada a los problemas. En otras palabras, dentro del mismo ambiente temático de trabajo, el grupo puede realmente trabajar con disciplinas y métodos de la materia muy diferentes.

La *clase* sigue siendo parte del plan de estudios con esta metodología, sin embargo, hay una diferencia clara según el tipo de proyecto. En el *proyecto-tarea*, el proyecto es más o menos una cuestión de aplicar los conocimientos enseñados. Y a medida que se plantean proyectos más complejos y abiertos, las clases son para apoyar los proyectos. Si el proyecto consiste en desarrollar una innovación basada en el conocimiento interdisciplinario, las clases tienen que apoyar los proyectos.

3.3 Progresión, tamaño y duración

Savin-Baden & Major (2004) ha formulado cinco modos diferentes de progresión que ejemplifican cualquier plan de estudios con el ABP (PBL/POL): paralelo al plan de estudios tradicional, como elementos repartidos por todo el plan de estudios o como modelos del ABP cada vez más interdisciplinarios y complejos durante todo el plan de estudio. De hecho, hay muchas maneras de formular la progresión, aunque lo importante es que se tome conciencia de la progresión en el sistema, con el fin de realizar un diseño curricular que pueda facilitar el aprendizaje eficiente de los estudiantes.

Del mismo modo, la cantidad de tiempo asignado al proyecto es también una forma de progresión. Los resultados de aprendizaje de los estudiantes dependerán de este factor debido al hecho de que el aprendizaje requiere tiempo. En la Universidad de Aalborg, por ejemplo, el trabajo del proyecto representa el 50% del tiempo de los estudiantes, pero muchas otras instituciones solamente le asignan un 20%.

El grado de participación de los estudiantes determinará, desde otra perspectiva, la amplitud y la complejidad del proyecto. Cuanto más abierto y más complejo sea el proyecto, más estudiantes serán desafiados a invertir tiempo en él. Además, cuanto más complejo es el proyecto, mayor tiene que ser el enfoque a las necesidades del proyecto, y esto está directamente relacionado con el grado de libertad que los estudiantes tienen para encontrar soluciones alternativas (De Graaff & Longmuss 1999).

3.4 Aprendizaje de los estudiantes

Es importante tratar con la actitud de los estudiantes, la experiencia y habilidades, y de ser necesario establecer cursos de apoyo sobre la colaboración, el trabajo en equipo, la gestión de proyectos, etc. Normalmente, los estudiantes sólo han experimentado el tipo de aprendizaje individual y no saben cómo manejar los procesos de conocimiento de manera más colectiva y colaborativa. Cuando los estudiantes no saben cómo hacer

las cosas, la reacción natural es desarrollar una actitud negativa y luchar para aprender. Por este motivo, es vital que en el plan de estudios se aborde este asunto, para facilitar el proceso de aprendizaje y concienciar de la importancia de este tipo de habilidades.

Parte de la actitud de los estudiantes también se basa en cómo se ha enfocado el aprendizaje. Para abordar el conocimiento, ¿Están esperando a que el profesorado les diga? ¿O lo que esperan es construir su propio conocimiento colaborativo a través de un proceso de innovación (Nielsen et al. 2008)? ¿Colaboran con el propósito de adquirir conocimiento individual o lo hacen con el propósito de construir conocimiento colectivo? Es importante alinear estos elementos de aprendizaje de los estudiantes con los objetivos del plan de estudios.

La oportunidad para los estudiantes de tomar decisiones críticas es un prerrequisito para ganar sentido de pertenencia al proyecto, y esto es un factor de motivación importante. La cooperación en grupo puede ser complicada. De hecho, es uno de los elementos que los estudiantes encuentran más difíciles en los primeros años (Kolmos & Rasmussen 1994). No obstante, pese a las dificultades iniciales, una de las principales conclusiones de un estudio sobre la evolución de las competencias de proceso (Kofoed & Kolmos 2001) sugiere que el desarrollo de la capacidad de trabajar de forma cooperativa implica una serie de habilidades, tales como enfrentar los problemas dentro de una disciplina, la capacidad de mostrar comprensión y respeto por el otro, la reflexión sobre el desarrollo personal, y la comunicación y capacidad de escuchar. Se desarrollan habilidades personales en los estudiantes y, en particular, sus habilidades para la cooperación y la capacidad para gestión de proyectos. Todo ello relacionado con el desarrollo de las *competencias transversales*.

3.5 Personal académico y facilitación

En cualquier proceso de cambio educativo, el personal académico puede ser el componente más crítico, por consiguiente, es importante invertir en su formación. Un elemento fundamental en la formación del personal es la función de *supervisión o de facilitación* (Kolmos, Du, Dahms. M & Qvist 2008) y cómo manejar *la interacción* con los estudiantes. ¿Qué se debería hacer cuando hay conflictos en el grupo o cuando los estudiantes quieren expulsar a alguien? Este tipo de temas tienen que ser discutidos y el personal académico necesita aprender nuevas competencias con el fin de manejar problemas como estos.

3.6 Organización y espacios

De Graaff & Kolmos (2007) señalan que la organización tiene que apoyar el plan de estudios y que el espacio es uno de los aspectos para facilitar el trabajo de los equipos en el ABP (PBL/POL). Sin embargo, el espacio y su organización se pueden hacer de muchas maneras diferentes. El espacio puede ser organizado en una sala de conferencias grande, con paredes móviles, y tal vez en combinación con espacios virtuales. Las organizaciones no tienen que cambiar por completo el sistema tradicional, pero son cuestiones importantes el acceso al *saber experto* y a la reorganización de los recursos.

3.7 Pruebas y evaluación

Como bien señala BOUD (1995), los estudiantes pueden, con dificultad, escapar de los efectos de una mala enseñanza, pero no pueden escapar (por definición, si quieren graduar) de los efectos de una mala evaluación.

En el momento actual, existe una amplia coincidencia en que la evaluación debería poder responder con calidad a tres propósitos fundamentales (Ibarra y Rodríguez, 2019):

- a) Confirmar. Desde esta perspectiva, la *evaluación del aprendizaje* es por naturaleza de carácter sumativo y se utiliza para confirmar lo que los estudiantes conocen y saben hacer, para demostrar si han alcanzado los resultados esperados y, ocasionalmente, para presentar en qué lugar se encuentran con respecto a otros. El profesorado se centra en asegurar que ha utilizado la evaluación para aportar afirmaciones, fundamentadas y adecuadas, sobre la competencia del alumnado, de forma que quienes reciben esta información puedan utilizarla para tomar decisiones defendibles y razonables.
- b) Modificar. La *evaluación para el aprendizaje* está diseñada con objeto de aportar al profesorado información para poder modificar y diferenciar las actividades de enseñanza y aprendizaje. Se reconoce que los estudiantes aprenden individualmente de una manera idiosincrática, y también que existen patrones y caminos predecibles que muchos estudiantes siguen. Requiere un cuidadoso diseño por parte del profesorado y poder utilizar la información resultante para determinar no sólo lo que los estudiantes conocen, sino también obtener información sobre si aplican lo que conocen, cómo y cuándo lo aplican. El profesorado puede utilizar esta información para coordinar y orientar la enseñanza y los recursos, y aportar retroalimentación a los estudiantes para ayudarles a avanzar en su aprendizaje.
- c) Desarrollar. Por último, la *evaluación como aprendizaje* es un proceso de desarrollo y apoyo a la metacognición. La evaluación como aprendizaje se centra en el papel del estudiante como el conector determinante entre la evaluación y el aprendizaje. Cuando los estudiantes son activos, están implicados y son evaluadores críticos, dan sentido a la información, la relacionan con el conocimiento previo y la utilizan para nuevos aprendizajes. Este es el proceso de regulación en la metacognición. Esto sucede cuando las personas monitorizan su propio aprendizaje y utilizan la retroalimentación de esta monitorización para realizar ajustes, adaptaciones e incluso grandes cambios sobre lo que comprenden. Ello requiere que el profesorado ayude a los estudiantes a desarrollar, practicar y a sentirse cómodos con la reflexión y con un análisis crítico sobre su propio aprendizaje.

Estos tres enfoques deberían estar presentes en los procesos evaluativos en el contexto del ABP.

Por otra parte, la evaluación tiene que responder al principio de alineamiento constructivo (Biggs, 2011), lo que significa que los medios que se utilicen sean coherentes con los aprendizajes que se quieren desarrollar. Desde esta perspectiva, la experiencia acumulada allá donde ya llevan tiempo implementando este modelo educativo, nos ofrece algunas propuestas para la práctica.

Así, un *plan de evaluación* que esté bien diseñado usa diversos elementos para determinar si los estudiantes han cumplido con los objetivos del proyecto (Instituto Tecnológico de Monterrey, 2021):

- a) Evaluación basada en desempeño: los estudiantes realizan una actividad para demostrar lo que han aprendido.
- b) Evaluación basada en resultados: el trabajo de los estudiantes se evalúa para determinar lo que han aprendido.
- c) Evaluación basada en pruebas o exámenes: los estudiantes dan respuesta a preguntas orales o escritas. Las respuestas correctas representan lo aprendido.
- d) Informe de autoevaluación: los estudiantes dan su propia evaluación acerca de lo que aprendieron, ya sea de manera oral y/o escrita.
- e) Evaluación grupal e individual, etc.

3.7.1 Evaluación del progreso del proyecto

Los proyectos tienen una tendencia a tomar su propio rumbo, por eso es importante evaluarlos de acuerdo con la efectividad del mismo conforme se desarrolla, así como cuando es terminado. Durante el desarrollo del proyecto, las señales de avance y los resultados de mediano plazo pueden ser usados para medir el progreso y si es necesario, encauzarlo a la dirección correcta.

Los reportes de progreso del proyecto proveen la base para revisiones de seguimiento, así como para la reflexión. Los estudiantes muchas veces son los mejores críticos de los proyectos.

Para conocer acerca del progreso del proyecto el profesor puede:

- a) Pedir a los líderes de grupo reportes informales del progreso de grupo.
- b) Asignar escritos rápidos al grupo.
- c) Entrevistar a estudiantes seleccionados o al azar.
- d) Monitorear el trabajo individual y en grupos.
- e) Calendarizar sesiones semanales de reflexión para los grupos.
- f) Revisar las listas de los estudiantes que incluyan los pasos terminados del proyecto.
- g) Escribir su propia bitácora en relación con cada proyecto.
- h) Sentarse a discutir los avances del proyecto con el grupo.
- i) Dirigir sesiones de información al término de actividades.

El monitoreo de los avances del proyecto puede servir para detectar problemas, cambiar de estrategias y revisar los logros obtenidos por el grupo. Estos pueden ser:

- a) Problemas para entender cómo realizar las actividades del proyecto.
- b) Logros en el progreso de los estudiantes.
- c) Motivación/participación de estudiantes y grupos.
- d) Problemas/logros en actividades o resultados en particular.
- e) Logros inesperados.
- f) Nuevas estrategias establecidas por estudiantes y grupos.
- g) Necesidades de los estudiantes de recursos específicos o apoyo instruccional.

Conviene también delegar mayor responsabilidad de seguimiento del proyecto a los estudiantes. Durante el tiempo de la clase se puede preguntar a los alumnos acerca del estatus de su proyecto y pedirles que identifiquen las dificultades que están enfrentando y ofrecerles soluciones.

Es importante que casi inmediatamente después de terminar el proyecto, cuando aún se encuentre fresco en la mente, se reflexione acerca de los éxitos y fracasos del mismo.

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes por parte del profesorado puede ser complementada con la evaluación de un colega, del cliente del proyecto y de autoevaluaciones de los estudiantes. Todos ellos pueden desarrollar criterios de evaluación mediante rúbricas, ofrecer retroalimentación durante el desempeño de los estudiantes y calificar los resultados.

3.7.2 Las rúbricas como apoyo en la evaluación en el ABP

La complejidad de la evaluación hace necesario fundamentar la valoración o apreciación de los aprendizajes sobre la base de la utilización de criterios sobre la calidad de las tareas y sobre la capacidad de los estudiantes para movilizar sus recursos: saber y saber hacer y de combinarlos de manera que les permitan dar respuestas a las situaciones-problema.

Estos criterios no pueden ser la resultante de una mecánica de adición de resultados para obtener la calificación final, sino que deben basarse en el juicio profesional y riguroso realizado por los docentes como primeros responsables de la formación de sus estudiantes.

La importancia del juicio aparece desde los primeros momentos en los que se realizan actividades de aprendizaje. Con el objetivo de emitir juicios de calidad útiles tanto para profesorado como para estudiantes, las rúbricas aparecen como un recurso imprescindible, al que se le está prestando cada vez más atención en el terreno evaluativo.

Las rúbricas son guías de puntuación usadas en la evaluación del desempeño de los estudiantes que describen las características específicas de un producto, proyecto o tarea en varios niveles de rendimiento, con el fin de clarificar lo que se espera del trabajo del alumno, de valorar su ejecución y de facilitar la proporción de *feedback*.

En la medida en que la rúbrica se convierte en un referente común desde el inicio del trabajo en la tarea, los estudiantes pueden usarla como norma para valorar sus progresos y logros, para regular sus esfuerzos y para modificar estrategias. Estimular el desarrollo de tales estrategias metacognitivas puede requerir la articulación formal de prácticas de autoevaluación y de evaluación por pares, contextos dónde se hace un uso extensivo de rúbricas (Fernández, A. 2010).

4. Desarrollo del ABP en el marco de la Universitat Politècnica de València

El marcado carácter técnico e ingenieril de la Universitat Politècnica de València (UPV) ha propiciado que desde hace décadas se lleven a cabo este tipo de prácticas innovadoras en las titulaciones oficiales. De hecho, podemos encontrar multitud de experiencias que optan por utilizar esta metodología. La mayoría obedecen a

iniciativas particulares del profesorado, suelen desarrollarse en el contexto de una única asignatura, su impacto suele ser limitado y no se reflejan en la estructura de los planes de estudios. Por otro lado, existen planes de estudios que desde su definición han optado por incorporar la metodología como un elemento diferenciador. En este caso, los modelos de implantación utilizados son fundamentalmente dos: 1) La definición de *asignaturas de proyecto* en el plan de estudios en cada semestre o curso académico; 2) La definición de *proyectos transversales* desarrollados de manera conjunta por varias asignaturas en el contexto de un semestre.

Encontramos así titulaciones con largo recorrido en la implantación del ABP en la UPV como el Grado en Comunicación Audiovisual y el Grado en Fundamentos de la Arquitectura, que ya utilizaban la metodología en los planes de estudios equivalentes extinguidos, y otras de reciente creación como el Grado en Tecnologías Interactivas, el Grado en Tecnologías Creativas, el Grado en Ciencia de Datos y el Grado en Tecnología Digital y Multimedia (ver Tabla 1).

Tabla 1. Titulaciones en la UPV que han incluido el ABP en el diseño de los planes de estudio

Centro	Titulación	Modalidad de implantación del ABP
Escuela Politécnica Superior de Gandía (EPSG)	Grado en Comunicación Audiovisual (2009)	Proyectos transversales a las asignaturas
Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSA)	Grado en Fundamentos de la Arquitectura (2014)	Asignaturas de proyecto
Escuela Politécnica Superior de Gandía (EPSG)	Grado en Tecnologías Interactivas (2016)	Asignaturas de proyecto
Facultad de Bellas Artes (FBBAA)	Grado en Diseño y Tecnologías Creativas (2016)	Proyectos transversales a las asignaturas
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (ETSINF)	Grado en Ciencia de Datos (2017)	Asignaturas de proyecto
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación (ETSIT)	Grado en Tecnología Digital y Multimedia (2019)	Proyectos transversales a las asignaturas

4.1 Impacto de la Convocatoria de Aprendizaje y Docencia en la implantación de la metodología de ABP en las titulaciones oficiales de la UPV (Periodo 2018 – 2020)

Como se ha comentado al inicio del capítulo, en la UPV se han impulsado líneas de innovación y mejora educativa con el fin de estimular este cambio metodológico y afrontar los nuevos retos educativos.

El Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación (VECA) de la UPV, junto con el Instituto de Ciencias de la Educación y la Comisión de Evaluación y Seguimiento de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa han promovido en los últimos años la implantación de la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) en los planes de estudio a través de diversas acciones articuladas en las últimas ediciones de la Convocatoria de Aprendizaje y Docencia (A+D). Las convocatorias A+D, su resolución y memorias anuales pueden consultarse en

<http://www.upv.es/contenidos/ICEP/info/760700normalc.html>

A continuación, se presenta el impacto de dichas acciones en la puesta en marcha de experiencias de ABP en las titulaciones oficiales enmarcadas en un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME). Se presentan los datos globales que muestran

el alcance en número de PIME, número de proyectos implementados en asignaturas y participación de asignaturas, profesorado y estudiantes. El detalle de los diferentes proyectos agrupados por la Entidad Responsable del Título (ERT) coordinadora del PIME, con las asignaturas participantes puede consultarse en <https://iceupv.blogs.upv.es/pime/>

Proyectos de innovación y mejora educativa implementados

La convocatoria de PIME distingue dos modalidades de proyectos de innovación: aquellos liderados por las ERT (iniciativa institucional) y los que son iniciativa del profesorado. A lo largo de este periodo se han desarrollado 32 PIME, 20 de ellos corresponden a iniciativas institucionales y 12 a iniciativas del profesorado.

Titulaciones participantes

Un total de 33 titulaciones han realizado experiencias de ABP en el marco de los PIME (16 grados y 17 másteres), desarrollando un total de 60 proyectos o experiencias de ABP diferentes (13 de ellas corresponden a asignaturas de proyecto y 43 a proyectos transversales). La mayor parte se corresponden con proyectos transversales que se desarrollan en asignaturas que se imparten simultáneamente en el mismo semestre, pero también existen proyectos desarrollados a lo largo de un curso o varios cursos de la titulación.

Asignaturas participantes

Un total de 225 asignaturas han participado en los PIME (Figura 2). Los proyectos se han desarrollado tanto en asignaturas de carácter obligatorio, incluidas asignaturas de formación básica, como en asignaturas optativas, en una proporción similar. La Figura 3 y la Figura 4 muestran la distribución de las asignaturas por curso de grado y máster, respectivamente.



Figura 2. Total de asignaturas participantes, según su carácter.



Figura 3. Total de asignaturas de Grado por curso.



Figura 4. Total de asignaturas de Máster por curso.

Participación de profesorado y alumnado

Por último, cabe señalar que el número de profesores y profesoras participantes en el desarrollo de los proyectos ha sido de cerca de 400 (Figura 5) y ha alcanzado a casi 4000 estudiantes (Figura 6). El número de estudiantes es aproximado y se ha calculado tomando el número de estudiantes matriculado en las asignaturas participantes; en el caso de proyectos transversales, se ha tomado el número de estudiantes de la asignatura con más estudiantes matriculados.



Figura 5. Profesorado participante en los proyectos.

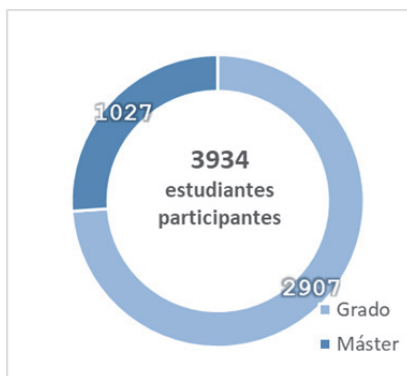


Figura 6. Total de estudiantes participantes en los proyectos.

Para finalizar, nos gustaría agradecer a todas las Estructuras Responsables de Títulos de la UPV que han co-liderado este cambio metodológico, a los y las responsables de PIME, por su intensa labor de coordinación entre el profesorado y las asignaturas involucradas, a los participantes en los PIME, especialmente al profesorado involucrado y al alumnado, que son los verdaderos protagonistas de su propio aprendizaje.

Referencias

- Biggs, J. B., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does* (4th ed.). Philadelphia: Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Boud, D. (1995). *Enhancing Learning Through Self Assessment*. London: Kogan Page.
- Chi, M. T. H. (2009). Active-constructive-interactive: a conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 73-105. doi:10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x
- Cowan, J. (1998). *On Becoming an Innovative University Teacher: Reflection in Action*, The Society for Research into Higher Education and Open University Press.
- De Graaff, E. & Kolmos, A. (2003), Characteristics of Problem-Based Learning', *International journal of engineering education* 19 (5), 657–662.
- De Graaff, E. & Kolmos, A., eds. (2007), *Management of change-Implementation of Problem-based and Project-based Learning in Engineering*, Sense Publishers, Rotterdam.
- De Graaff, E. & Longmuss, J. (1999), Learning from project work: Individual learning results versus learning in a group, in. A. Hagström, ed., *Engineering Education: Rediscovering the Centre*, Proceedings of the 1999 SEFI annual conference, Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Dochy, F., Mein, S., Van Den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533–568. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00025-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00025-7)
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education. In B. Duch, S. Groh, & D. Allen (Eds.), *The power of problem-based learning* (pp. 3–11). Sterling, VA: Stylus

- Fernández, A. (2010). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. En REDU. Revista de Docencia Universitaria. Vol. 8, Núm. 1Pp.11-34
- Gijselaers, W. H. (1996), Connecting problem-based practices with educational theory, in L. Wilkerson & W. H. Gijselaers, eds, *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco.
- Global Engineering Deans Council - GEDC (2015), 'ASEE The Attributes of a Global Engineer Project'. URL: <http://www.gedcouncil.org/publications/attributes-globalengineerproject>
- Graaf, E. de y Kolmos, A. (2017). Características del aprendizaje basado en problemas. En *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica*. Denmark. Aalborg University Press. pp: 24-38
- Graaf, E. de y Kolmos, A. (2017). Historia del aprendizaje basado en problemas y proyectos. En *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica*. Denmark. Aalborg University Press, pp: 12 -23
- Holgaard, J.E., Petersen, L. S., Guerra, A. y Kolmos, A. (2017). Control del problema en un entorno de PBL. En *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica*. Denmark. Aalborg University Press, pp: 130-167
- Ibarra-Saiz, M Soledad; Rodríguez-Gómez, G. (2019). La evaluación como aprendizaje. En En J. Paricio, A. Fernández y I. Fernández (2019). *Cartografía de la buena docencia. Un Marco para el desarrollo del profesorado basado en la investigación*. Madrid: Narcea.
- Instituto Tecnológico de Monterrey. Consultado 15-4-2021
<https://innovacioneducativa.tec.mx/aprendizaje-orientado-a-proyectos/>
- Johnson, W. D., y Johnson, T. R. (1994). *Learning together and alone: cooperation, competition, and individualization* (4th ed.). Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.
- Kofoed, L. B. & Kolmos, A. (2001), *Empowering Transferable Skills in Problem Based Learning*, in P. Little & P. Kandlbinder, eds, 'The Power of Problem Based Learning. re', PROBLARC, pp. 64–74.
- Kolb, D. A. (1984), *Experiential learning: experience as the source of learning and development*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Kolmos, A. (2008), *Problem-Based and Project-Based Learning*, Springer., London.
- Kolmos, A. y Graaf, E. de (2017). *Gestión del cambio al PBL*. En *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica*. Denmark. Aalborg University Press. pp: 230-246
- Kolmos, A. & Rasmussen, P. (1994), 'De studerendes holdning til kvaliteten ved den teknisk-naturvidens- kavelige basisuddannelse (The Engineering and Science Basis Project: The Students' Opinion on the Quality of the Engineering and Science Basic Education Programme)', *Publication series/The Institute for Social Development and Planning* (138).
- Kolmos, A., Du, X.-Y., Dahms, M & Qvist, P. (2008), 'Staff Development for Change to Problem Based Learning', *International journal of engineering education* 24 (4), 772–782.
- Kuh, G. (2008). *High-impact educational practices: What they are, who has access to them, and why they matter*. Washington, DC: Association of American Colleges and Universities
- Liang, T. (2002). *Implementing Cooperative Learning in EFL Teaching: Process and Effects* (Doctoral dissertation, National Taiwan Normal University). Recuperado de http://www.asian-efl-journal.com Thesis_Liang_Tsailing.pdf

- Mergendoller, J. & Markham, T. & Ravitz, Jason & Larmer, J. (2006). Pervasive management of project based learning: Teachers as guides and facilitators. *Handbook of Classroom Management: Research, Practice, and Contemporary Issues*. 583-615.
- Mergendoller, J. R., Maxwell, N. L., & Bellisimo, Y. (2006). The effectiveness of problem-based instruction: A comparative study of instructional methods and student characteristics. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(2), 49–69. <http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1026>
- Mergendoller, J., Maxwell, N., & Bellisimo, Y. (2006). The effectiveness of problem-based instruction: A comparative study of instructional methods and student characteristics. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(2), 49-69
- Michelene T.H. Chi. (2009). Active-Constructive-Interactive: A Conceptual Framework for Differentiating Learning Activities. *Topics in Cognitive Science* 1 (2009) 73–105. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x>
- Newman, F.M., Wehlage, G.G. and Lamborn, S.D. (1992) The Significance and Sources of Student Engagement. In: Newman, F.M., Ed., *Student Engagement and Achievement in American Secondary Schools*, Teachers College Press, New York, 11-39.
- Nielsen, J. D., Du, X. & Kolmos, A. (2008), A Knowledge Building approach for learning engineering: a case study of GENSO (student satellite) project, in 'Proceedings of SEFI 2008, 36th Annual Conference, European Society for Engineering Education: Conference Theme: Quality Assessment, Employability and Innovation: Celebrating SEFI's 35 years Anniversary.', Taipei: Sense Publishers.
- Paul, R., & Elder, L. (1995). Critical Thinking: Content is thinking / thinking is content. *Journal of Developmental Education*, 19(2), 34-35.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1988). Teaching for transfer. *Educational Leadership*, 46(1), 22-32.
- Rasku-Puttonen, H., Etelapelto, A., Arvaja, M., & Hakkinen, P. (2003). Is successful scaffolding an illusion? Shifting patterns of responsibility and control in teacher-student interaction during a long-term learning project. *Instructional Science: An International Journal of the Learning Sciences*, 31(6), 377–393. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1025700810376>
- Rasku-Puttonen, H., Eteläpelto, A., Häkkinen, P., Arvaja, M. (2002). Teacher's instructional scaffolding in an innovative ICT-based history-learning environment. *Teacher Development*, 6(2), 269–287.
- Rogers, C. (1961), *On becoming a person*, Houghton Mifflin, Boston.
- Savin-Baden, M. (2000), *Problem-based learning in higher education: untold stories*, Buckingham: SRHE and Open University Press.
- Schmidt, H. G. (1983), 'Problem-based learning: Rationale and description', *Medical Education* 17(1), 11–16.
- Slavin, R. E. (2011). Instruction Based on Cooperative Learning. In R. E. Mayer y P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of Research on Learning and Instruction* 344-360. New York, US: Taylor y Francis.
- UNESCO (2010), *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development*,
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). San Diego: Academic Press. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7>

El aprendizaje basado en proyectos en las Escuelas de Caminos de España

Ignacio Andrés Doménech 

ETSI de Caminos, Canales y Puertos. *Universitat Politècnica de València*
igando@hma.upv.es

Eugenio Pellicer 

ETSI de Caminos, Canales y Puertos. *Universitat Politècnica de València*
pellicer@upv.es

Ana Rivas 

ETSI de Caminos, Canales y Puertos. *Universidad de Castilla-La Mancha*
ana.rivas@uclm.es

José María Coronado 

ETSI de Caminos, Canales y Puertos. *Universidad de Castilla-La Mancha*
josemaria.coronado@uclm.es

1. Introducción

Las metodologías activas de enseñanza pueden encontrar en las titulaciones de Grado y Máster de las Escuelas Técnicas Superiores en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos unos entornos muy favorables para su desarrollo. La Ingeniería Civil y todas sus disciplinas afines suponen contextos en los cuales el estudiante puede aprender haciendo, aproximando el proceso enseñanza-aprendizaje a un entorno profesional. El desarrollo de proyectos, estudios de viabilidad, estudios técnico-económicos permiten conjugar múltiples disciplinas en las que el estudiante integre destrezas de diferentes materias y las plasme en un producto común. En este capítulo se analiza el grado de implantación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos en las Escuelas Técnicas Superiores en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de España. De manera pormenorizada, se expone el caso de la Escuela de Ciudad Real, pionera en el país en la implantación de estas metodologías activas de enseñanza. Por último, se presentan los antecedentes en la Escuela de Valencia, que sirven de punto de partida para el desarrollo de la experiencia piloto desarrollada en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas que es objeto de los siguientes capítulos.

2. Implantación del APB en las Escuelas de Caminos de España

La Conferencia de Directores de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniería Civil (CODICAM) es una institución constituida por los directores de los 13 centros universitarios públicos españoles que imparten tanto el título universitario oficial de Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos que otorga las atribuciones profesionales de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, como el título universitario oficial de Grado en Ingeniería Civil (o denominación similar) que otorga las atribuciones de Ingeniería Técnica de Obras Públicas y que permite el acceso a dicho Máster.

En el contexto de los centros educativos integrados en CODICAM, se elaboró y distribuyó a las direcciones de las 13 escuelas una encuesta (febrero de 2020) para

conocer el nivel de implantación de la metodología docente aprendizaje basado en proyectos tanto en el título de Grado como en el de Máster, como programa académico consecutivo conducente a la habilitación profesional en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (Fig. 1).

La metodología ABP está implantada, en mayor o menor medida, en el título de:

✓ Grado en Ingeniería Civil (o similar) _____ Sí / NO

✓ Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos _____ Sí / NO

Si alguna de las respuestas anteriores es Sí, por favor, complete el/los bloque/s correspondiente/s de preguntas.

Implantación de la metodología ABP en el Grado en Ingeniería Civil (o similar) / Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

- ✓ ¿En qué año comenzó a utilizarse esta metodología en el Grado en Ingeniería Civil?
- ✓ ¿La metodología está implantada en asignaturas aisladas o incluso en proyectos comunes que implican a varias asignaturas? ¿En caso de implicar a varias asignaturas, son del mismo o distinto cuatrimestre, o incluso, curso?
- ✓ Aproximadamente, ¿cuántos ECTS del total de la titulación se cubren con la metodología ABP?
- ✓ ¿Cuál ha sido la respuesta del profesorado al cambio de modelo docente?
- ✓ ¿Cuál ha sido la respuesta del alumnado al cambio de modelo docente? ¿Ha mejorado el rendimiento académico?
- ✓ ¿La implantación de la metodología ha supuesto algún cambio en los modelos tradicionales de evaluación?
- ✓ Describa cualquier otro aspecto de interés respecto de la experiencia con esta metodología docente en el Grado en Ingeniería Civil.

Figura 1. Encuesta para el análisis del nivel de implantación del ABP en las Escuelas de Caminos y Politécnicas de España. (Fuente: elaboración propia).

Los resultados más significativos de la encuesta, en lo relativo a los títulos de Grado en Ingeniería Civil (o similar) y al Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos se sintetizan en las Tablas 1 y 2. Apenas la mitad de Escuelas tienen información disponible acerca de la implantación de esta metodología, lo cual ya deja entrever un grado de implantación muy discreto a nivel nacional.

Tabla 1. Nivel de implantación del ABP en los Grados de Ingeniería Civil (o similar) en las Escuelas de Caminos y Politécnicas de España.

Universidad	Escuela	Usa ABP en Grado	Año inicio ABP	ABP en asignaturas aisladas o proyectos comunes	ECTS cubiertos con ABP
Alicante	Escuela Politécnica Superior	Sí	2012/13	Asig. aisladas	18/240
Burgos	Escuela Politécnica Superior			<i>Sin información</i>	
Cádiz	Escuela Politécnica Superior de Algeciras			<i>Sin información</i>	
Cantabria	ETSI Caminos, Canales y Puertos			<i>Sin información</i>	
Castilla-La Mancha	ETSI Caminos, Canales y Puertos	Sí	2010/11	Proyecto común	54/240
Coruña	ETSI Caminos, Canales y Puertos			<i>Sin información</i>	
Granada	ETSI Caminos, Canales y Puertos			<i>Sin información</i>	
Oviedo	Escuela Politécnica de Mieres	Sí	2018/19	Proyecto común	-
Politécnica de Cartagena	ETSI Caminos, Canales y Puertos y Minas	No	-	-	-
Politécnica de Catalunya	ETSE Camins, Canals i Ports			<i>Sin información</i>	
Politécnica de Madrid	ETSI Caminos, Canales y Puertos	No	-	-	-
Politécnica de València	ETSI Caminos, Canales y Puertos	Sí	-	Asig. aisladas	24/240
Sevilla	ETS de Ingeniería	Sí	2013/14	Asig. aisladas	36/240

Tabla 2. Nivel de implantación del ABP en Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos en las Escuelas de Caminos y Politécnicas de España.

Universidad	Escuela	Usa ABP en Máster	Año inicio ABP	ABP en asignaturas aisladas o proyectos comunes	ECTS cubiertos con ABP
Alicante	Escuela Politécnica Superior	Sí	2015/16	Asig. aisladas	6/120
Burgos	Escuela Politécnica Superior			<i>Sin información</i>	
Cádiz	Escuela Politécnica Superior de Algeciras			<i>Sin información</i>	
Cantabria	ETSI Caminos, Canales y Puertos			<i>Sin información</i>	
Castilla-La Mancha	ETSI Caminos, Canales y Puertos	Sí	2014/15	Proyecto común	10/120
Coruña	ETSI Caminos, Canales y Puertos			<i>Sin información</i>	
Granada	ETSI Caminos, Canales y Puertos			<i>Sin información</i>	
Oviedo	Escuela Politécnica de Mieres	Sí	2018/19	Proyecto común	-
Politécnica de Cartagena	ETSI Caminos, Canales y Puertos y Minas	No	-	-	-
Politécnica de Catalunya	ETSE Camins, Canals i Ports			<i>Sin información</i>	
Politécnica de Madrid	ETSI Caminos, Canales y Puertos	No	-	-	-
Politécnica de València	ETSI Caminos, Canales y Puertos	Sí	-	Asig. aisladas	24/240
Sevilla	ETS de Ingeniería	Sí	2014/15	Asig. aisladas	48/120

Entre las escuelas que utilizan la metodología ABP, destaca la ETSICCP de Ciudad Real, pionera, con diferencia, en esta metodología. La respuesta del alumnado en esta Escuela es totalmente satisfactoria, pese a la demanda de tiempo y estudio. En cuanto a la evaluación, los trabajos proyectuales que siguen la metodología ABP se realizan en equipo, primando la evaluación continua. Por su trascendencia, el caso de la ETSICCP de Ciudad Real se desarrolla en el apartado 3 de este capítulo.

En los casos en los que la trayectoria permite hacer comparaciones (caso de algunas asignaturas en la Universidad de Sevilla), se observan mejoras en el rendimiento académico al producirse el cambio de metodología.

Todos los casos que manifiestan utilizar la metodología destacan que los resultados se traducen, en una alta motivación de los estudiantes, el desarrollo de competencias transversales ligadas a las actividades, el trabajo en un entorno multidisciplinar y una alta valoración de la metodología docente por parte de los empleadores.

En la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla, la metodología se implantó en el Grado en el curso 2013/14, en su mayoría en asignaturas de tercer y cuarto curso, aunque también en una asignatura de segundo curso. En general, la metodología se aplica de modo aislado en asignaturas, con la excepción de un proyecto coordinado entre dos asignaturas en un mismo cuatrimestre. El Grado en Ingeniería Civil en la Escuela de Sevilla es joven, por lo que, en general, cuando se usa la metodología, se hace desde el inicio de impartición de las asignaturas implicadas. En el Máster, la metodología comenzó a usarse también con la implantación del título en 2014/15. Participan 10 asignaturas y todas ellas califican la experiencia como muy

satisfactoria, incluso, como la única metodología adecuada para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el caso de la asignatura Proyectos de Ingeniería. La respuesta del alumnado es positiva y los rendimientos académicos, en general, mejoran. En cuanto al profesorado implicado con la metodología docente, destacan los siguientes aspectos:

- a) La metodología ABP ayuda a desarrollar las competencias de trabajo en equipo, liderazgo y resolución de problemas.
- b) Es una gran ayuda para adquirir los conocimientos prácticos y fijar las ideas de los aspectos más relevantes.
- c) Los estudiantes adquieren una dinámica de trabajo que les fuerza a diversificar sus recursos de información.

En la Escuela de Alicante, la metodología ABP se comenzó a utilizar en el Grado en Ingeniería Civil en el curso 2012/13. Participan asignaturas aisladas de los cuatro cursos de la titulación. Se detecta, por parte del alumnado, una mejora del rendimiento académico, aunque se alerta del incremento en la carga de trabajo que en algunos casos ha supuesto la incorporación de la metodología.

La Escuela Politécnica de Mieres ha liderado un proyecto de innovación docente con la participación de profesorado de las Universidades de Coventry (Reino Unido), North Carolina State (EEUU) y de la propia Universidad de Oviedo titulado *La infraestructura verde y los sistemas urbanos de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería*. El proyecto plantea incorporar las técnicas SUDS y de infraestructura verde urbana de forma transversal en un total de nueve asignaturas de los Grados de Ingeniería Civil, Doble Grado Civil-Minas y Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Se han definido sistemas de coordinación entre asignaturas, entre planes de estudios y a nivel global en todo el proyecto, usando técnicas de gestión de proyectos, se capturaron y se midieron los diferentes impactos del proyecto dentro de cada asignatura, por titulación y globalmente mediante cuestionarios personalizados y la Encuesta General de la Enseñanza de la Universidad de Oviedo. En esta experiencia se han combinado metodologías de innovación docente como el aprendizaje basado en proyectos, la clase inversa, herramientas avanzadas de diseño y construcción BIM, I+D+i y contacto con la empresa, innovación en tutorías, actividades docentes bilingües y tribunales externos de profesionales de la ingeniería. El proyecto alcanzó una puntuación global en cuanto a satisfacción del alumnado de un 8,4 sobre 10, siendo ligeramente superior en el Máster que en los Grados. Los estudiantes valoraron con un 8,4 sobre 10 el impacto de esta formación en sus futuras carreras profesionales como Ingeniería Civil y de Caminos, resaltando el 100% de los encuestados que están seguros de que tendrán que utilizar esta formación transversal en su carrera profesional (Sañudo et al., 2019).

En el Grado en Ingeniería de Obras Públicas de la ETSICCP de la UPV, existen asignaturas específicas que utilizan esta metodología, mayoritariamente en 3º y 4º. El análisis detallado de los antecedentes en la Escuela de Caminos de Valencia se presenta en el apartado 4 de este capítulo.

3. La experiencia de la Escuela de Ciudad Real

La Escuela de Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) comenzó su actividad en octubre de 1998. En ese momento, había siete universidades en España donde se podía estudiar Ingeniería de Caminos, todas ellas ubicadas en las principales ciudades españolas. El reto para la nueva Escuela era considerable por dos razones principales: en primer lugar, Ciudad Real es una ciudad pequeña (60.000 habitantes en ese momento) con una experiencia universitaria relativamente reciente (la UCLM se fundó en 1985) y, en segundo lugar, porque el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos se mostraba reticente a la apertura de nuevas escuelas. En consecuencia, se decidió orientar este nuevo centro como una institución académica de alta calidad con un enfoque de enseñanza y especialización diferentes a los de las escuelas existentes. Las características que definieron la Escuela de Ciudad Real fueron: (1) un número reducido de alumnos (50 nuevos estudiantes admitidos cada año); (2) un seguimiento intenso del progreso de los estudiantes (ratio alumno/profesor de 6,5); (3) una escuela especializada en aquellas materias consideradas relevantes para el futuro, como los aspectos medioambientales y espaciales de la ingeniería civil, la conservación, la rehabilitación y la gestión de la calidad y las tecnologías de la información; y, por último, (4) un enfoque de aprendizaje basado en proyectos (metodología ABP), centrado en el aprendizaje en grupo, la comunicación y la innovación.

Las razones por las que se adoptó el ABP en el plan de estudios de esta Escuela fueron cuatro:

- a) Introducir a los estudiantes en un entorno de aprendizaje activo, dirigido a fomentar la capacidad de emprendimiento.
- b) Introducir a los estudiantes en la actividad en equipo, de manera similar a cómo se desarrollan las actividades en el ámbito laboral de la ingeniería.
- c) Poner a los estudiantes, de manera temprana, en contacto con temas relacionados con la ingeniería, resolviendo problemas próximos a la realidad y claramente alejados de los supuestos teóricos.
- d) Introducir a los estudiantes en un marco de evaluación en el que las respuestas a las preguntas no son sectoriales, únicas o exactas, sino que suele haber varias opciones, con diferentes ventajas e inconvenientes para cada problema multidisciplinar, como en realidad ocurre en ingeniería.

Aunque hay numerosas experiencias de aplicación de ABP, en la mayoría de los casos se trata de situaciones aisladas protagonizadas por algunos profesores que han incorporado este método en sus asignaturas. Sin embargo, son muy pocos los centros universitarios de ingeniería civil que han introducido esta metodología de forma integral en todo el plan de estudios y una de ellas ha sido la Escuela de Caminos de Ciudad Real.

El plan de estudios de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de cinco años de duración incluía en los dos semestres de 2º, 3º y 4º curso, asignaturas denominadas *Trabajos Proyectuales* que se desarrollaban mediante PBL. Éstas ocupaban entre el 25 y el 32 % de la carga de trabajo semestral de los estudiantes. Al final de la carrera, cada

estudiante había trabajado en seis proyectos de grupo más el individual de fin de carrera.

Los proyectos de segundo año estaban orientados básicamente a desarrollar conceptos sobre dibujo y cartografía, algunos de ellos aprendidos durante el primer año. El proyecto del primer semestre también tenía una función introductoria a las actividades de aprendizaje basadas en proyectos. Dado que la formación técnica de los estudiantes de segundo año es bastante limitada, el proyecto de ingeniería consistía en el diseño de una vía verde para ciclistas y peatones. El último proyecto de segundo año incluía el diseño de una zona recreativa en la ribera del río e introducía a los estudiantes en las ciencias medioambientales y la hidráulica.

Los siguientes cuatro proyectos (3º y 4º curso) se centraban en los principales temas de la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos: planificación urbana y territorial, transporte, estructuras e hidráulica. El proyecto de planificación consistía en el diseño de una zona de expansión de la ciudad cercana a una infraestructura de transporte, como una estación de ferrocarril o un intercambiador de carreteras. El proyecto de transporte trataba del diseño de una carretera de circunvalación alrededor de una ciudad. El de hidráulica estaba orientado a la planificación hidrológica de un río, mientras que el de estructuras consistía en el diseño de un puente o de la estructura de un edificio.

Estos proyectos ABP se desarrollaban en grupos de tres a cinco estudiantes con el apoyo de tres profesores, utilizando espacios específicos dentro del centro, con áreas asignadas para cada grupo y con equipamiento informático. Estos espacios eran accesibles para los estudiantes las 24 horas del día, los siete días de la semana.

Todos estos proyectos del primer plan de estudios de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la UCLM constituyeron un nexo de unión entre los diferentes departamentos y profesores de la Escuela, ya que se trata de asignaturas multidisciplinares en las que los estudiantes debían desarrollar e integrar los conocimientos adquiridos en diferentes cursos y procedentes de diversas fuentes, lo que exige la participación de numerosos profesores (de las distintas áreas que abarca cada proyecto) y de una estrecha coordinación entre ellos.

Los nuevos planes de estudio de la Escuela de grado y máster diseñados en el marco de Bolonia, han mantenido los principios que definieron a esta Escuela en sus inicios e incluyen la metodología ABP como esencia del proceso enseñanza-aprendizaje de las titulaciones impartidas en la actualidad, con un esquema que varía ligeramente respecto al antes expuesto, motivado, fundamentalmente, por el paso de una titulación de cuatro años a un grado de cuatro más un máster de dos, tras la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Los años de experiencia de esta Escuela aplicando la metodología ABP evidencian una mayor motivación de los estudiantes durante su etapa universitaria y una elevada empleabilidad de los egresados que demuestran una rápida adaptación a los puestos de trabajo que ocupan, que destacan por su adecuación a la cualificación que poseen estos ingenieros. Sin embargo, se desconocía en qué medida estos excelentes resultados de los egresados están relacionados con el innovador método de aprendizaje (ABP) empleado en las aulas. Para evaluar con detalle todos los aspectos del método, sus resultados y, en particular, la percepción del mismo que tienen los

egresados, se realizó una encuesta específica a los titulados del centro. Con ella, se ha pretendido determinar si se habían cumplido las expectativas puestas en el ABP en 1998 y hacer una comparativa con otros centros en los que no se había aplicado el ABP. Para ello se pidió a cada titulado que seleccionara a un compañero de trabajo lo más parecido a él (puesto, experiencia, etc.) pero que hubiera estudiado en otra universidad, y que cumplimentara la misma encuesta. De este modo se obtuvo una población "espejo" cuyas respuestas podían servir de referencia para compararlas con las respuestas dadas por los ingenieros de caminos de la UCLM.

Los resultados de la encuesta han puesto de manifiesto que el desarrollo de las competencias asociadas al ABP como son la capacidad de trabajo en grupo, la expresión oral y gráfica, el debate y la capacidad de liderazgo son altamente apreciadas por los titulados de la UCLM. La metodología ABP cambia los roles del profesor y del estudiante y fomenta una relación más fluida entre ambos y donde el profesor es más partícipe y facilitador, que en el método tradicional donde es un mero juez que dicta los conocimientos teóricos y prácticos al estudiante. Los estudiantes pasan de ser oyentes pasivos a *solucionadores* activos del problema propuesto, involucrados en un proceso en los que ellos son responsables del éxito. A medida que los estudiantes avanzan en sus propias soluciones, se vuelven más apasionados a la hora de defender sus posiciones, ideas, etc. Del mismo modo, los compañeros de curso son considerados socios en el proceso de aprendizaje.

Los encuestados, de todas las universidades, se mostraron ampliamente satisfechos con su formación teórica y práctica, teniendo en cuenta la alta exigencia de las titulaciones de ingeniería en las universidades españolas, pero los que trabajaron con ABP, además del desarrollo de las habilidades indicadas anteriormente, encontraron que su formación era más efectiva en términos de resultados al esfuerzo. El ABP se define como un entorno en el que los estudiantes aprenden aspectos clave de su educación resolviendo proyectos complejos y realistas de forma profesional, aplicando conocimientos de diferentes materias (multidisciplinariedad), herramientas y técnicas de carácter profesional, junto con un cierto grado de investigación constructiva con el fin de obtener los conocimientos necesarios para resolver estos problemas.

Con esta metodología de aprendizaje, la necesidad de conocimiento es evidente (necesaria para resolver el proyecto), y los estudiantes entienden por qué aprenden las materias que aprenden. Esto sirve para motivar a los estudiantes y el aprendizaje se vuelve más eficaz. La experiencia adquirida en la Escuela de Ciudad Real evidencia que la calidad de los nuevos conocimientos apreñados es mejor que en el método tradicional, ya que cada nuevo concepto está relacionado con una experiencia previa de trabajo y de aplicación que será recordada con mayor facilidad por el futuro egresado, en la resolución de nuevos problemas.

El uso del ABP como método de enseñanza integral en todo el plan de estudios con grupos relativamente reducidos de 50 alumnos, junto con el elevado número de salidas de campo y la posibilidad de realizar prácticas, son claves en la formación recibida por los egresados de la ETSI Caminos, Canales y Puertos de la UCLM, y cuya calidad como método docente es altamente reconocida tanto por los egresados como por los empleadores.

4. Antecedentes en la Escuela de Caminos de Valencia

4.1 Situación en las titulaciones de Grado

La memoria de verificación de los títulos de Grado en Ingeniería Civil y Grado en Ingeniería de Obras Públicas contempló, en la definición de la planificación de las enseñanzas, la incorporación de metodologías docentes activas tales como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, el estudio de casos y el trabajo en grupo.

En mayo de 2019 se realizó una encuesta entre todos los profesores de ambas titulaciones, para conocer e identificar las asignaturas que utilizan la metodología docente de aprendizaje basado en proyectos (o en casos, o en problemas) en adelante, ABP. En los casos afirmativos, se pidió una estimación sobre los créditos de la asignatura dedicados a esta metodología (indicando el tipo de crédito TA – teoría de aula, PA – práctica de aula, PL – práctica de laboratorio, PI – práctica informática).

Se presentan a continuación los resultados detallados en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas, por ser la titulación en la que se desarrolla la experiencia de implantación del ABP que se relata en este libro. La encuesta reveló que en la titulación existen asignaturas que, de manera individual y aislada, utilizan la metodología. Se recogen a continuación estos casos, especificando los créditos dedicados a la metodología ABP (Tabla 3).

Tabla 3. Nivel de implantación del ABP en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas de la Universitat Politècnica de València.

Asignatura	Carácter	ECTS	Curso	Créditos APB	Comentarios
Geotecnia y Cimientos	Obligatoria	6	3	0,8 TA 0,6 PA	-
Edificación	Obligatoria de especialidad	7,5	3	0,4 TA 1 PA 0,7 PL	-
Sistemas energéticos y aprovechamientos hidroeléctricos	Obligatoria de especialidad	6	3	40% de la asignatura	Se trata de una actividad vinculada a prácticamente todo el temario de la asignatura.
Evaluación de impacto ambiental de la IC	Obligatoria de especialidad	6	4	6	Se utiliza dicha metodología en toda la asignatura (teoría y prácticas).
Tecnología de las construcciones de hormigón	Optativa	6	4	1,4 TA 3,0 PA	En esta asignatura se utiliza la metodología del caso para realizar el diseño del armado de diferentes elementos estructurales.
Infraestructuras de Intercambio Modal	Obligatoria de especialidad	6	4	-	Los alumnos hacen un portafolio donde diseñan también una terminal marítima.
Medio ambiente y desarrollo sostenible	Optativa	6	4	1,8 TA 1,8 PA 0,9 PI	Se trabaja mediante el desarrollo de un Proyecto, cada año en un municipio.
Programación Urbanística	Optativa	6	4	1,8 PA 1,2 PI	-

Como se desprende de la información recabada, es en los últimos cursos (3º y 4º) donde se llevan a cabo actividades enmarcadas dentro de la metodología ABP. Para contrastar la información recogida en esta encuesta, se ha llevado a cabo un análisis de las guías docentes de las asignaturas correspondientes a los cursos 3º y 4º. En estos cursos, el estudiante completa la formación obligatoria común a la titulación y realiza uno de los tres itinerarios de tecnología específica: construcciones civiles (CC), hidrología (HG) y transportes y servicios urbanos (TSU). Cabe matizar en este punto que, en las guías docentes, las metodologías docentes aparecen vinculadas al sistema de evaluación, explicitando en qué medida se usan unas y otras. En la Tabla 4 se recoge el porcentaje que cada metodología docente supone en la evaluación del conjunto de asignaturas indicado. En el bloque de asignaturas obligatorias comunes, la prueba escrita de respuesta abierta es, con mucho, la metodología más utilizada. Las metodologías activas alineadas con el ABP son, como se desprende del análisis, anecdóticas. Por su parte, en cada uno de los itinerarios, la situación no es tan sesgada y cobra más peso la metodología de trabajo académico (30-35%). En el itinerario de Hidrología, las metodologías claramente alineadas con el ABP (proyecto, caso), suponen un 15%.

Tabla 4. Peso de las metodologías docentes en las asignaturas obligatorias y de itinerario de tecnología específica en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas de la Universitat Politècnica de València.

Metodología	Obligatorias comunes	Itinerario CC	Itinerario HG	Itinerario TSU
Prueba escrita respuesta abierta	63%	44%	33%	46%
Trabajo académico	14%	35%	30%	30%
Pruebas objetivas (tipo test)	9%	10%	6%	12%
Proyecto	2%	0%	5%	3%
Preguntas del minuto	7%	0%	2%	0%
Caso	2%	6%	10%	4%
Mapa conceptual	1%	0%	3%	0%
Observación	0%	3%	7%	3%
Examen oral	0%	2%	2%	0%
Portafolio	0%	3%	5%	3%
Coevaluación	0%	0%	0%	0%

El análisis pormenorizado de las guías docentes evidencia, sin embargo, que son numerosas las asignaturas que llevan a cabo actividades de aprendizaje basado en proyectos que, sin embargo, están conectadas a actividades de evaluación del tipo *trabajo académico* o *portafolio*. Esto es tanto más cierto en los itinerarios de tecnología específica que en el bloque de obligatorias comunes. En cualquier caso, se trata siempre de actividades aisladas en la propia asignatura, limitando la envergadura que estos planteamientos basados en proyectos podrían llegar a alcanzar, más aún en el ámbito de la ingeniería civil.

En el Grado en Ingeniería Civil, la situación es muy similar. Participan, fundamentalmente, asignaturas optativas, que organizan sus actividades prácticas en sesiones de taller desarrolladas en equipo. En esta titulación, destaca el desarrollo del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa *Simulación de experiencias profesionales en las fases de diseño, contratación y construcción del ciclo de vida de la infraestructura mediante el aprendizaje basado en proyectos*. El objetivo general del proyecto es integrar el ABP en tres asignaturas obligatorias (Prevención de Riesgos

Laborales y Organización de Obras en 3º, Proyectos en 3º, y Gestión de Empresas en 4º), de modo que los estudiantes desarrollen los documentos necesarios para definir el diseño mediante el desarrollo parcial de un proyecto constructivo, contratar la ejecución de la obra y, finalmente, planificar la obra antes de su inicio. Esta experiencia es el antecedente más directo del proyecto de implantación del ABP que se recoge en este libro.

El análisis de la coordinación horizontal (entre asignaturas del mismo curso y cuatrimestre) y vertical (entre asignaturas de distintos cursos y cuatrimestres) en la titulación desarrollado por la Subdirección de Calidad y Acreditación de la Escuela en los cursos 2017/18 y 2018/19 ha permitido detectar situaciones que, con la implantación coordinada del ABP, podrían, al menos, tratar de ser resueltas.

El análisis horizontal pone de manifiesto desigualdades en la carga de trabajo entre las distintas asignaturas que comparten curso y cuatrimestre, lo cual redundaría en sobreesfuerzos injustificados en unos casos que, a su vez, reduce la dedicación en otras asignaturas, a priori, más laxas. En este sentido, un planteamiento transversal basado en el APB integraría asignaturas de un mismo cuatrimestre (o varios), consiguiendo así una interrelación y, por tanto, coordinación, necesarias y una corresponsabilidad a la hora de plantear las estrategias de aprendizaje y evaluación que debieran conseguir un planteamiento docente más homogéneo.

Por otra parte, el análisis vertical pone de relieve lo aisladas que están las asignaturas dentro del currículo del estudiante, lo que tiene como consecuencia una falta general de hilo conductor entre las mismas, resultando en ocasiones en solapes innecesarios de contenidos.

4.2 Situación en las titulaciones de Máster

En las titulaciones de máster impartidas en la Escuela de Caminos de Valencia, el precedente más elaborado de implantación del aprendizaje basado en proyectos se desarrolla en el Máster en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil.

El Máster en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil (MAPGIC) nace en 2008 con el objetivo de completar las competencias y los conocimientos, a nivel de máster, en gestión de personas, equipos, proyectos, obras, empresas y organizaciones del sector de la construcción (Picornell et al., 2012). El plan de estudios del MAPGIC está compuesto por 11 asignaturas obligatorias (48 ECTS), un número variable de asignaturas optativas (hasta completar 12 ECTS) y un Trabajo de Fin de Máster (15 ECTS). Históricamente el MAPGIC ha tenido una matrícula muy importante de estudiantes iberoamericanos (dos tercios del total), y una variedad cultural muy grande, con una media aproximada de 30 estudiantes de ingreso por curso académico.

A los dos años de su inicio, en 2010, se analizó el funcionamiento del MAPGIC mediante encuestas al alumnado y al profesorado. Se constató la existencia de un punto débil a mejorar: la coordinación entre las asignaturas (Picornell et al., 2012). Esta falta de coordinación se reflejaba en dos cuestiones fundamentales:

- a) Muchas asignaturas abordaban desde distintas perspectivas, aspectos relacionados entre sí y que tenían como elemento común el proyecto y la ejecución de una obra. En todas estas asignaturas una parte muy importante de la evaluación estaba conformada por entregas de ejercicios o trabajos prácticos

(tantos individuales como colectivos), que tomaban como referencia casos de estudio. Estos casos de estudio eran diferentes para cada asignatura: cada profesor elegía casos de estudio de muy diversa procedencia. Esta situación daba lugar a que, para cada asignatura, el estudiante tuviera que hacer un esfuerzo adicional (en ocasiones bastante importante) para “situarse” en el caso de referencia, entenderlo bien y poder resolver el problema solicitado (ejercicio, trabajo o proyecto).

- b) Dado que la mayor parte de las competencias (generales, específicas y transversales) se adquirían entre diversas asignaturas, la adquisición de las competencias requeridas por parte del alumnado se complicaba en muchas ocasiones.

Para solucionar este problema de falta de coordinación, la dirección académica del Máster planteó y desarrolló, entre 2010 y 2014, un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa, titulado: *El estudio de caso basado en un proyecto constructivo como estrategia didáctica y de coordinación de competencias específicas y genéricas entre asignaturas de posgrado en gestión de la construcción*. La finalidad del proyecto de innovación fue aumentar el uso de metodologías activas e incrementar la coordinación multidisciplinar (Segado et al. 2014).

Para mejorar estos dos aspectos del MAPGIC, la actuación principal que se llevó a cabo fue la introducción en 2011 de un caso de estudio común que sirviera de referencia para varias asignaturas obligatorias. El primer paso que se realizó para poner en marcha el proyecto fue una reunión de arranque entre todos los profesores del MAPGIC y la dirección académica para explicar el proyecto y animar a que se unieran al mismo. En esa misma reunión también se llevó a cabo una coordinación inicial entre todas las asignaturas. Finalmente, fueron cinco las asignaturas obligatorias del MAPGIC que se sumaron al proyecto, cuatro de ellas del primer cuatrimestre. En la Tabla 5 se detallan las asignaturas afectadas y el enfoque del problema (o problemas) a resolver en cada una de ellas.

Tabla 5. Asignaturas del MAPGIC que participaban del proyecto (Jiménez et al., 2011).

Asignaturas	Cuatrimestre	Enfoque del trabajo
Administración y gestión de obras	1A	Estudio de viabilidad (oferta) Organización de la obra Costes de la obra
Dirección facultativa de obras	1B	Simulaciones respecto a las relaciones dirección facultativa–contratista
Gestión de la seguridad y salud	1A	Plan de seguridad e higiene de la obra
Gestión de proyectos	1A	Planificación y organización del equipo redactor para desarrollar el diseño reflejado en el proyecto
Gestión de la calidad y sostenibilidad	1A	Plan de aseguramiento de calidad de la obra
Técnicas de programación de proyectos	1A	Programación de la obra

La idea original era que, para los trabajos colectivos, los equipos estuvieran compuestos por cuatro estudiantes (a ser posible de diferentes nacionalidades y experiencia variada), y que éstos se mantuvieran fijos en todas las asignaturas que formaban parte del proyecto. Posteriormente, esta condición se relajó debido a las

disfunciones que provocaban los estudiantes a tiempo parcial, así como las particularidades de los trabajos de cada asignatura.

El caso que se eligió para el primer año se basó en el diseño, licitación y ejecución de una carretera, con un presupuesto aproximado de 25 millones de euros. La documentación entregada a los estudiantes fue un proyecto de construcción real de la citada carretera, completo, excepto algunas partes que podían interferir en el desarrollo de alguna resolución prevista: por ejemplo, la justificación de precios. Durante la segunda semana del curso (primer cuatrimestre), se organizó una charla específica de dos horas sobre el caso de referencia, en la que se explicó, no sólo las características de la carretera, intersecciones, estructuras singulares, presupuesto detallado, etc., sino que también se dieron recomendaciones sobre cómo los estudiantes deberían organizarse entre ellos para arrancar con éxito el curso. Estas recomendaciones incluían:

- a) Formar y organizar los equipos.
- b) Familiarizarse con la documentación del caso.
- c) Analizar las diferentes tareas demandadas por cada asignatura.

Para medir los resultados del proyecto de innovación y mejora educativa, se realizaron encuestas al alumnado y entrevistas al profesorado para evaluar las ventajas e inconvenientes de la incorporación del estudio de caso. Los resultados de la encuesta a los estudiantes se muestran en la Tabla 6 (Jiménez et al., 2011). A la vista de los resultados se puede afirmar que el caso de referencia común fue una experiencia muy positiva en general para el alumnado; los valores positivos muestran que los estudiantes estaban de acuerdo con la proposición y los valores negativos que estaban en desacuerdo; cuanto más cercano es el promedio a +2 o -2 más de acuerdo o en desacuerdo estaban los estudiantes, respectivamente. Solamente, se valoró de un modo neutro la forma en la que se habían explicado los objetivos; tal vez los profesores que lo explicaron no fueron conscientes de la importancia que tenía el entender este planteamiento y la motivación adicional que podía suponer. La encuesta también preguntó sobre las competencias transversales más trabajadas; los estudiantes destacaron principalmente dos: el trabajo en equipo y la gestión del tiempo. El profesorado consideró que la experiencia fue positiva, indicando algunas dificultades para coordinar las asignaturas y el incremento de carga de trabajo que suponía la implementación del estudio del caso.

Tabla 6. Resultado de la encuesta realizada a los estudiantes del MAPGIC (Jiménez et al., 2011).

Proposición	Promedio
1. Trabajar en un único proyecto mejora la visión global.	0,83
2. Prefiero trabajar en un único proyecto a trabajar en varios proyectos no relacionados.	0,80
3. Trabajar en un único proyecto es más motivador que varios proyectos parciales.	0,86
4. Los objetivos a alcanzar fueron claramente explicados por los profesores.	-0,17
5. Trabajar en un proyecto común supone una carga de trabajo excesiva	0,66
6. Considero que el sobreesfuerzo realizado con el proyecto común vale la pena.	0,71
7. Considero adecuado utilizar esta metodología en próximas ediciones del MAPGIC.	1,26

El caso común se ha mantenido como referente en el MAPGIC desde su implantación hasta la actualidad, con muy ligeras variaciones, siendo uno de los sellos característicos del Máster. Con el transcurso del tiempo se han incorporado algunas asignaturas adicionales (una obligatoria y otra optativa), ampliando su base a más del 50% de los créditos de la titulación.

5. Conclusión

Con la excepción de la Escuela de Caminos de Ciudad Real, que diseñó su plan de estudios de Grado teniendo en cuenta explícitamente esta metodología, el resto de escuelas que la utilizan lo hacen todavía de forma aislada en asignaturas y, desde luego, no primando esta metodología en el título. Se están desarrollando distintas iniciativas que, aunque limitadas, ponen de manifiesto los buenos resultados que el ABP puede suponer en el aprendizaje del estudiante.

Puede por tanto concluirse que, aunque tímidamente, el ABP se va haciendo hueco en los títulos de Grado y Máster de las Escuelas de Caminos de España. La experiencia que se ha desarrollado en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas de la Universitat Politècnica de València sigue esta senda, con el objetivo de consolidar el modelo.

Las metodologías activas de enseñanza se basan en la concepción del aprendizaje como proceso y no únicamente como una recepción y acumulación de información. Además, potencian estrategias hacia un aprendizaje autodirigido donde los estudiantes colaboran en grupo, discuten soluciones, procedimientos, conclusiones, lo que les permite estar en todo momento vigilantes al proceso. Estas metodologías activas se desarrollan siempre en un contexto de casos, problemas o proyectos reales, lo cual permite al estudiante contextualizar mucho mejor lo que aprende (Universidad del País Vasco, 2017). Las experiencias de implantación del APB en la UPV son cada vez más numerosas y los resultados obtenidos prometedores y motivadores. Se evidencian mejoras en el rendimiento académico y se abren puertas a planteamientos transversales, incluso multidisciplinares (Giménez Ibáñez, et al., 2017). No obstante, conviene no perder de vista el riesgo que esta metodología puede suponer si no se dimensiona correctamente desde el punto de vista de la carga de trabajo para el estudiante.

Referencias


- Andrés Doménech, I.; Sanz Benlloch, MA.; Pellicer Armiñana, E.; Gómez Martín, ME.; Ruiz Sánchez, T. (11-13 de noviembre de 2020). *Incorporación del Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas: contexto, limitaciones y oportunidades*. International Conference on Innovation, Documentation and Education. INNODOCT, 383-391. Valencia, España. <https://doi.org/10.4995/INN2020.2020.11825>
- Coronado, JM; Moyano, A; Romero de Ávila, V; Ruiz, R.; Rodríguez, J. (2021). Student long-term perception of project based learning in civil engineering education. An 18-year ex-post assessment. *Sustainability*, 13(4), 1949. <https://doi.org/10.3390/su13041949>.
- De Ureña, J.M.; Menéndez, J.M.; Coronado, J.M. (21-25 de julio de 2003). *Project/Problem Based Learning in Civil Engineering: The Ciudad Real (Spain) Experience*. International Conference on Engineering Education. 1–8. Valencia, Spain.

- Giménez Ibáñez, R.; Barelles-Vicente, E. (13-14 de julio de 2017)). *Resultados de la implantación de un método de aprendizaje basado en proyectos, con transversalidad con otras asignaturas. Metodología Flip Teaching*. In-Red 2017. III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red, 564-572. Valencia, España.
<http://hdl.handle.net/10251/105793>
- Jiménez, J., Pellicer, E., Yepes, V. (2011). Teaching and learning using a case study: application to a master degree in construction management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 696-702.
- Picornell, M., Yepes, V., Pellicer, E., Torres-Machi, C. (12-15 de junio de 2012). *El estudio de caso como estrategia didáctica y de coordinación de competencias entre asignaturas de un posgrado de gestión en ingeniería civil*. IX Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior (FECIES). Santiago de Compostela, Spain.
- Sañudo, L.A., Hernández, Z.A., Martín, Á., Álvarez, F.P. (2019). Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en las Enseñanzas de Grado y Postgrado en Ingeniería Civil. *Revista de Obras Públicas*, 166(3607), 120-124.
- Segado, S., Yepes, V., Catalá, J., Pellicer, E. (10-12 de marzo de 2014). *A portfolio approach to a M.Sc. degree in construction management using a common Project*. 8th International Technology, Education and Development. 2020-2029. Valencia, Spain.
- Universidad del País Vasco (2017). *Las metodologías activas de enseñanza en el programa ERAGIN*.
<https://www.ehu.eus/es/web/sae-helaz/eragin-irakaskuntza-metodologia-aktiboak#3>

Condicionantes internos en la Escuela de Caminos de Valencia

M. Esther Gómez-Martín 

ETSI de Caminos, Canales y Puertos. *Universitat Politècnica de València*
mgomar00@upv.es

Tomás Ruiz Sánchez 

ETSI de Caminos, Canales y Puertos. *Universitat Politècnica de València*
truizsa@tra.upv.es

1. Introducción

En este capítulo se desarrolla el contexto interno, las limitaciones y oportunidades del Grado en Ingeniería de Obras Públicas (GIOP) impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la UPV, para implantar el *aprendizaje basado en proyectos* (ABP). La ingeniería civil es una disciplina en la que esta metodología docente encaja muy bien en el proceso enseñanza-aprendizaje. En efecto, *el proyecto* es uno de los productos por excelencia que el ingeniero civil o de obras públicas realizará en el transcurso de su vida profesional. El Grado en Ingeniería de Obras Públicas es una titulación habilitante para el ejercicio de la profesión de ingeniero técnico de obras públicas y, por tanto, sujeto a unos requisitos de verificación recogidos en la Orden CIN/307/2009 de 9 de febrero (BOE, 2009). La orden establece los requisitos mínimos del plan de estudios, así como las competencias que el estudiante debe adquirir. Tras analizar las asignaturas y grupos de estudiantes matriculados en 3º y 4º curso de GIOP se ha determinado que el grupo idóneo se corresponde con los estudiantes del cuatrimestre A de 4º curso, participando un total de 10 asignaturas y 18 profesores de distintas áreas de conocimiento y categorías.

2. El Grado en Ingeniería de Obras Públicas de la Universitat Politècnica de València

El Grado en Ingeniería de Obras Públicas es una titulación habilitante al ejercicio de la profesión de ingeniero técnico de obras públicas y, por tanto, sujeta a unos requisitos de verificación recogidos en la Orden CIN/307/2009 de 9 de febrero (BOE, 2009). La orden establece los requisitos mínimos del plan de estudios, así como las competencias que el estudiante debe adquirir.

La orden CIN define que *“deberán cursarse el bloque de formación básica de 60 créditos, el bloque común a la rama civil de 60 créditos, un bloque completo de 48 créditos correspondiente a cada ámbito de tecnología específica, y realizarse un trabajo fin de grado de 12 créditos”*.

Las competencias a adquirir en el módulo de formación básica incluyen las materias de Empresa, Expresión Gráfica, Física, Informática y Matemáticas, cumpliendo sobradamente las definidas para la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Además, la orden CIN incluye Geología como formación básica.

Las competencias a adquirir en el módulo común a la rama Civil incluyen Topografía, Química, Materiales de construcción, Estructuras, Geotecnia, Hormigón armado, Estructuras metálicas, Conducciones, Hidrología superficial y subterránea, Seguridad y salud, Sistema eléctrico, Impacto ambiental y Procedimientos de construcción.

Finalmente, la orden CIN define competencias de tecnología específica a incluir en los módulos de Construcciones civiles, Hidrología y Transportes y servicios urbanos.

El diseño del Grado en Ingeniería de Obras Públicas (GIOP) de la UPV cumple los criterios definidos en la orden CIN. El GIOP está compuesto por un módulo obligatorio de formación básica con 60 ECTS. Un módulo obligatorio de materias comunes a la ingeniería civil con 96 ECTS. Un módulo obligatorio de oficina técnica con 6 ECTS. Tres módulos que corresponden a cada una de las tecnologías específicas (Construcciones Civiles, Hidrología, Transportes y Servicios Urbanos) con 54 ECTS. El estudiante deberá cursar obligatoriamente 30 ECTS de uno de los tres módulos de tecnología específica. Los restantes 24 ECTS podrán corresponder a cualquiera de los tres módulos de tecnología específica. El estudiante adquiere las competencias del título superando los dos módulos obligatorios y uno de los módulos de tecnología específica.

Además, el GIOP se completa con un módulo de actividades de refuerzo y especialización, con 12 ECTS, entre los que puede elegir lenguas extranjeras, prácticas externas, y expresión oral y escrita, y el módulo obligatorio Trabajo Fin de Grado con 12 ECTS.

Cada módulo de tecnología específica otorga al egresado la habilitación profesional en la especialidad cursada. Así, el módulo de Construcciones civiles proporciona competencias para desarrollar estudios, proyectos y participar en la construcción y conservación de obras de edificación, marítimas, carreteras, ferrocarriles, geotécnicas y sistemas de abastecimiento y saneamiento.

El módulo de Hidrología proporciona competencias para desarrollar estudios, proyectos y participar en la construcción y conservación de obras e instalaciones hidráulicas, ambientales, distribución de agua y saneamiento.

Por último, el módulo de Transportes y Servicios Urbanos proporciona competencias para desarrollar estudios, proyectos y participar en la construcción y conservación de carreteras, ferrocarriles, obras de urbanización, así como la gestión urbanística y la ordenación del territorio y el diseño de infraestructuras de intercambio modal.

En la actividad profesional es común que graduados en Ingeniería de Obras Públicas de las tres especialidades trabajen juntos para desarrollar estudios, proyectos u obras en los que son necesarias competencias profesionales del ámbito de la construcción civil, la hidrología y el transporte y los servicios urbanos.

El ABP es una metodología que se considera idónea para ser aplicada en los módulos de tecnología específica del GIOP. Esto es así porque el estudiante debe elegir el módulo de tecnología específica (Construcciones civiles, Hidrología o Transportes y servicios urbanos) en el cuatrimestre B de tercer curso. De este modo, durante un curso y medio, el estudiante se forma en su itinerario específico, lo que facilita la puesta en marcha de diseños curriculares coordinados que permitan la aplicación del ABP, bien a escala de cuatrimestre, bien a lo largo de los 3 cuatrimestres de

especialidad. Esta oportunidad es la que se ha querido aprovechar en el diseño de la prueba piloto que se ha configurado para el curso 2020/21.

3. Los estudiantes

La metodología de enseñanza-aprendizaje activa y la implementación del ABP de modo transversal entre asignaturas requieren una coordinación muy fuerte respecto de los estudiantes implicados. Por ello, es necesario analizar la situación académica de los estudiantes potenciales que pueden participar en los proyectos piloto para seleccionar a los candidatos más adecuados.

El número de estudiantes de nuevo ingreso en la titulación de Grado en Ingeniería de Obras Públicas es reducido. En el curso 2019/20, el número de estudiantes en cada itinerario de tecnología específica en el cuatrimestre B de 3º curso de la titulación era 21 en el itinerario de Construcciones Civiles (CC), 13 en el de Hidrología (HG) y 18 en el de Transportes y Servicios Urbanos (TSU); de los cuales, sólo 4, 1 y 1, respectivamente, estaban cursando simultáneamente todas las asignaturas del cuatrimestre. Ante esta situación, se llegó a la conclusión de que no convenía diseñar el piloto para la implantación del ABP en el cuatrimestre B de 3º curso, sino en el cuatrimestre A de 4º curso. En este cuatrimestre, los estudiantes, aunque divididos en los tres itinerarios de especialidad, cursan una asignatura obligatoria común, Taller de práctica profesional (TPP), lo cual, como se verá más adelante, supone una muy buena oportunidad para el diseño de la prueba piloto. Además, esto resuelve la poca masa de estudiantes por itinerario, al quedar todos aunados por una asignatura común.

Con objeto de alcanzar una masa crítica suficiente de estudiantes matriculados en las asignaturas del cuatrimestre A de 4º curso en el año académico 2020/21, en junio de 2020, la Dirección de la Escuela realizó una videoconferencia a la que estuvieron convocados todos los alumnos de 3º y 4º de GIOP en la que, entre otras cuestiones, se les presentó la experiencia piloto de ABP para que lo conocieran en el momento de la matrícula y para animarles, en la medida de su situación académica, a matricularse del máximo de asignaturas posibles del cuatrimestre A de 4º.

Así pues, en el curso 2020/21, se matricularon en el cuatrimestre A de 4º curso 28 estudiantes, sin embargo, no todos ellos formalizaron matrícula de la asignatura obligatoria común, Taller de práctica profesional, ni tampoco todos ellos se matricularon de las 3 asignaturas obligatorias correspondientes a su itinerario de especialidad.

Por ello, fue necesario distinguir 4 tipologías de estudiantes:

- Estudiante tipo A: matriculado de TPP y de las 3 asignaturas obligatorias de especialidad.
- Estudiante tipo B: matriculado de TPP y de 1 o 2 asignaturas obligatorias de especialidad.
- Estudiante tipo C: matriculado de alguna asignatura obligatoria de especialidad.
- Estudiante tipo D: matriculado solo de TPP.

Como se observa en la Tabla 1 los estudiantes que formarán parte del proyecto piloto se clasifican en: 11 estudiantes tipo A; 6 estudiantes tipo B; 6 estudiantes tipo C; y 4 estudiantes tipo D, distribuidos en los 3 itinerarios de especialidad.

Tabla 1. Clasificación de los estudiantes según las asignaturas matriculadas. (Fuente: elaboración propia)

Estudiante	Itinerario	Tipo de estudiante
Estudiante 1	CC	A
Estudiante 2	CC	A
Estudiante 3	CC	A
Estudiante 4	CC	A
Estudiante 5	CC	A
Estudiante 6	CC	B
Estudiante 7	CC	B
Estudiante 8	CC	C
Estudiante 9	CC	C
Estudiante 10	HG	A
Estudiante 11	HG	A
Estudiante 12	HG	A
Estudiante 13	HG	B
Estudiante 14	HG	C
Estudiante 15	HG	C
Estudiante 16	HG	C
Estudiante 17	HG	C
Estudiante 18	TSU	A
Estudiante 19	TSU	A
Estudiante 20	TSU	A
Estudiante 21	TSU	B
Estudiante 22	TSU	B
Estudiante 23	TSU	B
Estudiante 24	TSU	C
Estudiante 25		D
Estudiante 26		D
Estudiante 27		D
Estudiante 28		D
Total	28	

Por otra parte, los 11 estudiantes tipo A cubren las 3 especialidades: 5 CC; 3 HG; 3 TSU. Lo cual garantiza que se pueda llevar adelante el proyecto piloto con la participación de todas las asignaturas, dado el perfil de los estudiantes tipo A y B. Los estudiantes tipo C desarrollarán las asignaturas obligatorias de especialidad sin conexión con TPP y los tipo D se alimentarán de los resultados que aporten sus compañeros tipos A y B, tal y como se describirá en el siguiente capítulo.

4. Los profesores

La implementación y desarrollo del proyecto piloto requiere de la motivación e implicación del profesorado y, en última instancia, de su formación en esta materia. Por ello, es necesario informar a los profesores de las asignaturas potenciales que pueden participar en los proyectos piloto, realizar acciones formativas en ABP que los familiaricen con esta metodología y seleccionar a los profesores que coordinarán la implementación de los pilotos en cada uno de los itinerarios de tecnología específica de la titulación.

En diciembre de 2019 se presentó, por parte de la Escuela como coordinadora del proyecto, la idea de prueba piloto para el curso 2020/21 a los profesores implicados. Se organizaron reuniones por itinerarios de especialidad y conjuntas, para analizar la viabilidad del proyecto. Desde el primer momento, la acogida fue muy positiva por parte de los 10 profesores responsables implicados en la prueba piloto. Estas reuniones supusieron un impulso decisivo en el desarrollo del proyecto, permitiendo su materialización definitiva.

En la Tabla 2 se recogen los profesores implicados en cada asignatura, así como el departamento al que pertenecen y su categoría: catedrático de universidad (CU), titular de universidad (TU), profesor contratado doctor (COD), profesor ayudante doctor (AYD) y profesor asociado (ASO).

Tabla 2. Profesores y departamentos implicados en las distintas asignaturas de cada itinerario.
(Fuente: elaboración propia)

Itinerario	Asignatura	Departamento	Profesores (*responsable)	Categoría
COMÚN	12555 Taller de práctica profesional	Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil	Sanz Benlloch, Amalia*	TU
			García Segura, Tatiana	COD
			Montalbán Domingo, Laura	AYD
CC	12518 Tecnología de las construcciones de hormigón	Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil	Fernández Prada, Miguel Ángel*	CU
			Gisbert Doménech, Carlos Miguel	ASO
			Tejadas Alamán, José Juan	ASO
	12522 Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno	Ingeniería del Terreno	Serón Gáñez, José Bernardo*	TEU
			Garrido de la Torre, M ^a Elvira	TEU
12516 Obras marítimas	Ingeniería e Infraestructura de los Transportes	Molines Llodrá, Jorge*	COD	
		Esteban Chapapría, Vicent	CU	
HID	12531 Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil	Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente	Romero Gil, Inmaculada*	TU
	12532 Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos	Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente	Benedito Durá, Vicent*	TU
	13096 Sistemas y servicios urbanos de agua y residuos	Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente	Segura Sobrino, Francisco*	ASO
TSU	12544 Infraestructuras de intercambio modal	Ingeniería e Infraestructura de los Transportes	Esteban Chapapría, Vicent*	CU
			Domingo Aleixandre, Jesús	ASO
	12542 Ingeniería de tráfico	Ingeniería e Infraestructura de los Transportes	Cuadrado Tarodo, Álvaro*	ASO
	12543 Transporte urbano	Ingeniería e Infraestructura de los Transportes	Villalba Sanchis, Ignacio*	AYD

Por otro lado, se ha contado con la participación del profesor asociado Francisco José Bayarri Cebrián del Departamento de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes, el cual ha suministrado la información base de partida del proyecto correspondiente a un proyecto real de la Dirección General de Puertos, Aeropuertos y Costas de la Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad de la Generalitat Valenciana.

Referencias

Orden CIN/307/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas (2009). *Boletín Oficial del Estado*, 42, de 18 de febrero de 2009, 17166 a 17170.

Diseño conceptual de la experiencia piloto

Ignacio Andrés Doménech 

ETSI de Caminos, Canales y Puertos. *Universitat Politècnica de València*
igando@hma.upv.es

Amalia Sanz Benlloch 

Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil
Universitat Politècnica de València
asanz@cst.upv.es

1. Introducción

La planificación de las enseñanzas en el cuatrimestre A de cuarto curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas genera un contexto idóneo para la implantación coordinada del aprendizaje basado en proyectos como metodología transversal a todas las asignaturas.

El proyecto piloto para la incorporación del aprendizaje basado en proyectos, se plantea en el cuatrimestre A de 4º curso. La planificación de las enseñanzas en cuarto curso, cuatrimestre A del Grado en Ingeniería de Obras Públicas contempla una asignatura obligatoria común a los tres itinerarios de tecnología específica, *Taller de práctica profesional*, de 6 ECTS. Por otra parte, completan el cuatrimestre 3 asignaturas tecnológicas obligatorias en cada uno de los tres itinerarios de tecnología específica. Todas las asignaturas son de 6 ECTS (Figura 1).

La propuesta de proyecto coordinado se plantea con el nexo común a todos los estudiantes en la asignatura *Taller de práctica profesional*. En esta asignatura, el estudiante aprende los contratos de servicios y obras, los documentos del proyecto y su alcance, así como la valoración de las obras, todo ello en el contexto del ciclo de vida de la infraestructura. Así, esta asignatura resulta idónea para nutrirse de resultados tecnológicos concretos, desarrollados en las asignaturas tecnológicas correspondientes de cada itinerario.

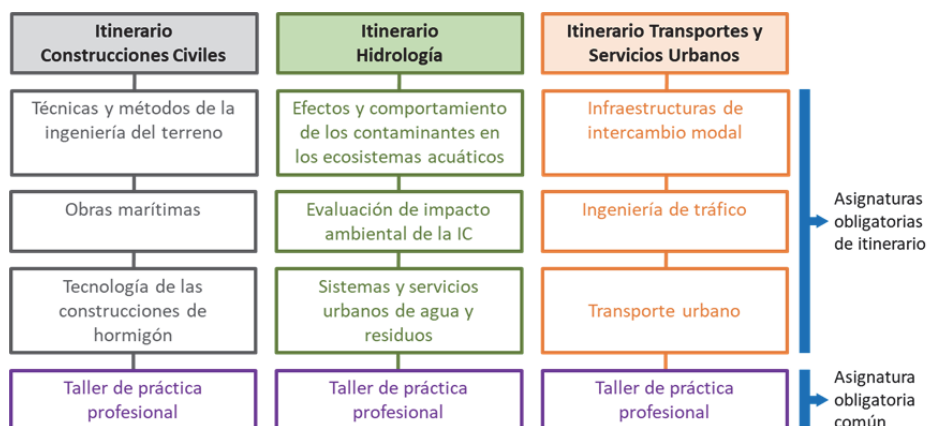


Figura 1. Planificación de las enseñanzas en el cuatrimestre de 4º curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas. (Fuente: elaboración propia).

En los apartados siguientes se describe el proceso seguido para concretar el proyecto piloto. Los trabajos que se describen a continuación tuvieron lugar entre diciembre de 2019 y julio de 2020 y, de forma sintética, se desarrollaron en los siguientes pasos:

- a) Identificación de oportunidades en cada asignatura tecnológica obligatoria de itinerario para la incorporación coordinada del ABP en las actividades desarrolladas.
- b) Elección del proyecto común que se desarrollará completamente en *Taller de práctica profesional* y parcialmente en el resto de asignaturas.
- c) Coordinación entre asignaturas y definición coordinada de horarios y guías docentes.

2. Oportunidades de incorporación del ABP en los diferentes itinerarios

La primera toma de contacto con las asignaturas tecnológicas de los tres itinerarios consistió en una primera reunión con los profesores responsables, en las que se exploraron las posibilidades que cada asignatura presenta en la incorporación a un proyecto común que será la base para el aprendizaje basado en proyectos.

El piloto implica a la asignatura común obligatoria de cuarto curso, cuatrimestre A, *Taller de práctica profesional*, en torno a la cual se articulará el proyecto común, que se nutrirá de las 9 asignaturas obligatorias de especialidad, 3 por itinerario. El piloto pretende definir actividades proyectuales compartidas entre varias asignaturas, actuando de nexo común entre todas las asignaturas implicadas la asignatura *Taller de práctica profesional* y, en función del itinerario y del alumno concreto (y de su especialidad), con la implicación de hasta 3 asignaturas tecnológicas adicionales.

El enfoque eminentemente práctico de la asignatura común *Taller de práctica profesional* contempla, por parte del estudiante, la redacción parcial de un proyecto de construcción y una práctica de aula sobre valoración de obras. Las actividades prácticas que se plantean en la asignatura se desarrollan en el marco de un determinado proyecto constructivo en el ámbito de la ingeniería civil; por tanto, se plantea en primer término a los profesores responsables de las asignaturas tecnológicas obligatorias de especialidad una primera valoración sobre la conexión que pudiera existir entre sus asignaturas y *Taller de práctica profesional* con la idea de que ésta última se alimente de lo desarrollado, total o parcialmente, en las primeras.

2.1 Itinerario de tecnología específica *Construcciones civiles*

El itinerario de *Construcciones civiles* integra las asignaturas tecnológicas *Tecnología de las construcciones de hormigón, Obras marítimas y Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno*.

Tecnología de las construcciones de hormigón aborda las bases de la representación gráfica de estructuras de hormigón y de su armado, el diseño del armado y los procesos constructivos de estructuras de hormigón. La asignatura tiene un marcado carácter práctico. En su segunda parte, se llevan a cabo 5 talleres de diseño de armado de estructuras. El contexto de la asignatura parece idóneo para alimentar *Taller de práctica profesional*, por ejemplo, con diseños de armado con los que puedan desarrollarse despieces, mediciones o valoraciones que pueden integrarse fácilmente en la documentación del proyecto constructivo común.

Obras marítimas gira en torno a tres bloques: oceanografía física, ingeniería portuaria e ingeniería de costas. Esta asignatura constituye el primer contacto que el estudiante tiene en la titulación con la ingeniería marítima. El trabajo práctico de la asignatura es diverso. En prácticas de aula se trabaja con batimetrías y dragados. En el caso práctico, el estudiante trabaja en profundidad con un puerto español, abordando la descripción del puerto, su clima marítimo, las obras terrestres y equipamientos existentes, las obras marítimas existentes y los efectos ambientales del puerto. Así, el entorno portuario parece un buen candidato al desarrollo del proyecto común coordinado entre todas las asignaturas, puesto que en un entorno así tienen cabida prácticamente todas las demás facetas de la ingeniería civil que se desarrollan en el resto de asignaturas tecnológicas del cuatrimestre en el que se enmarca el piloto. En cualquier caso, esta asignatura puede alimentar en buena medida el desarrollo proyectual que se plantee en *Taller de práctica profesional*.

Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno aborda el análisis de las actividades propias de la ingeniería geotécnica, con especial énfasis en la parametrización de suelos. El estudiante aborda, en el marco de la asignatura, las siguientes temáticas: introducción a la ingeniería de rocas, ingeniería de taludes, excavaciones y obras subterráneas, ingeniería de cimentaciones, y, finalmente, temas complementarios relacionados con la introducción a las técnicas de mejora del terreno. La asignatura desarrolla prácticas de campo y trabajos académicos, que pueden alimentar parcialmente los aspectos geotécnicos desarrollados en la fase proyectual de *Taller de práctica profesional*.

2.2 Itinerario de tecnología específica Hidrología

El itinerario de *Hidrología* integra las asignaturas tecnológicas *Evaluación de impacto ambiental en la ingeniería civil*, *Efectos y comportamientos de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos* y *Sistemas y servicios urbanos de agua y residuos*.

Evaluación de impacto ambiental en la ingeniería civil, pretende sensibilizar al estudiante de la necesidad de estudiar el impacto ambiental que puede generar una obra civil previamente a su proyecto, construcción y explotación definitiva. En la parte práctica de la asignatura, los estudiantes realizan un estudio de impacto ambiental de un proyecto real concreto, por lo que la conexión de esta tarea con *Taller de práctica profesional* en el marco del alcance del piloto resulta evidente.

Efectos y comportamientos de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos analiza los elementos contaminantes de los medios acuáticos continentales y marinos; se revisan las normativas estatales, autonómicas y comunitarias respecto al vertido y gestión de residuos; se tratan las medidas de gestión y mitigación de la contaminación en medios acuáticos. La asignatura plantea diversas actividades prácticas que pueden enlazarse con el caso concreto que se desarrolle en *Taller de práctica profesional*: identificación de actividades contaminantes, elaboración de planes de contingencia, definición de indicadores ambientales, determinación de huellas de carbono, entre otros.

Sistemas y servicios urbanos de agua y residuos trata tres bloques diferenciados: tratamientos y procesos en el ciclo urbano del agua; gestión técnica, administrativa y económica del ciclo urbano del agua; gestión de residuos sólidos. La asignatura contempla actividades prácticas de cada una de las tres partes. En función del ámbito

concreto en el que se desarrolle el proyecto común, la asignatura puede aportar en distintas vertientes profesionales. Por ejemplo, si el caso concreto con el que se desarrolle el piloto se concreta en el ámbito portuario, la asignatura puede aportar en cuestiones relativas a la gestión de residuos, autorizaciones de vertido, etc.

2.3 Itinerario de tecnología específica *Transportes y servicios urbanos*

El itinerario de *Transportes y servicios urbanos* integra las asignaturas tecnológicas *Infraestructuras de intercambio modal*, *Ingeniería de tráfico* y *Transporte urbano*.

Infraestructuras de intercambio modal introduce al estudiante en el conocimiento de los diferentes sistemas de transporte, tanto de personas como de mercancías. El grueso de la asignatura se centra en el transporte marítimo y el resto en el transporte terrestre y aéreo. La asignatura desarrolla un caso en el que el estudiante realiza el estudio de rendimiento de una terminal marítima, con un planteamiento metodológico muy similar al de la asignatura *Obras marítimas*.

Ingeniería de tráfico profundiza en aspectos ligados a la planificación y diseño de carreteras, seguridad vial, equipamiento y gestión viaria. Las últimas partes de la asignatura —seguridad vial y señalización— dan lugar a un trabajo práctico. En la parte de tráfico y trazado, se realizan aplicaciones prácticas que podrían enlazar muy bien con partes proyectuales del trabajo en *Taller de práctica profesional*.

Transporte urbano aborda las características básicas de la movilidad urbana de personas, de los modos de transporte público urbano y sus infraestructuras y de la planificación del transporte público urbano. La asignatura contempla dos trabajos donde el estudiante trabaja, por una parte, con un plan de movilidad urbana sostenible y, por otra, con un estudio de movilidad. Este último puede ligarse fácilmente con el desarrollo de ciertas actividades proyectuales en *Taller de práctica profesional*.

3. Elección del caso y definición del proyecto

Tras el análisis inicial de las oportunidades de incorporación del ABP en las distintas asignaturas que integran los itinerarios de tecnología específica en el cuatrimestre A de cuarto curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas, se concluye que un ámbito portuario es idóneo para el desarrollo de un proyecto que integre a todas las asignaturas.

En efecto, las asignaturas *Obras marítimas* e *Infraestructuras de intercambio modal* quedan muy restringidas a un ámbito como el señalado, por su propia definición. Sin embargo, esto no es una limitación para el conjunto puesto que todas las demás asignaturas pueden adaptar su campo práctico de actuación a alguna intervención concreta en el ámbito portuario.

En consecuencia, se decide adoptar como proyecto de referencia para la definición del piloto el proyecto *Paseo sobre contradique del puerto de Benicarló*, elaborado por la división de Puertos, Aeropuertos y Costas de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat Valenciana en 2010. Los documentos del proyecto se adoptan como documentación de partida para la definición de las actividades concretas que cada asignatura desarrollará en el marco del piloto. Como se verá más adelante, el título finalmente adoptado para el proyecto es *Proyecto de accesos, paseo*

marítimo e instalaciones en el contradique del puerto de Benicarló (Castellón), con objeto de dar cabida a todas las asignaturas que participan en el piloto.



Figura 2. Vista aérea del puerto de Benicarló (Castellón) y área de actuación del proyecto.
(Fuente: Google Maps y elaboración propia).

4. Coordinación transversal y definición del piloto

4.1 Oportunidades de colaboración entre asignaturas

Tras el establecimiento de las oportunidades que brinda cada asignatura a participar en un proyecto coordinado y centralizado en *Taller de práctica profesional*, se concretaron las colaboraciones entre estas asignaturas con objeto de avanzar en la definición del piloto.

Con este esquema de coordinación, cada una de las 9 asignaturas tecnológicas obligatorias de especialidad trabaja total o parcialmente sus aplicaciones prácticas para que, a continuación, éstas sean adoptadas por *Taller de práctica profesional* para el desarrollo conjunto del proyecto. Los estudiantes de cada itinerario trabajarán en sus asignaturas tecnológicas obligatorias de especialidad ciertos aspectos concretos del proyecto y los compartirán, con el resto de compañeros de las otras dos especialidades, en *Taller de práctica profesional*. De este modo, el trabajo se asemejará a la práctica profesional real de una empresa de consultoría de ingeniería civil: el trabajo realizado en las asignaturas tecnológicas obligatorias de especialidad correspondería a la producción propia de los departamentos especializados de la empresa, mientras que el trabajo desarrollado en *Taller de práctica profesional* aúna todo este trabajo para su puesta en común en la redacción de un proyecto de construcción.

En los siguientes capítulos se describe con detalle el alcance de las actividades desarrolladas en cada asignatura y cómo éstas se han incorporado, total o parcialmente, al desarrollo del proyecto en *Taller de práctica profesional*.

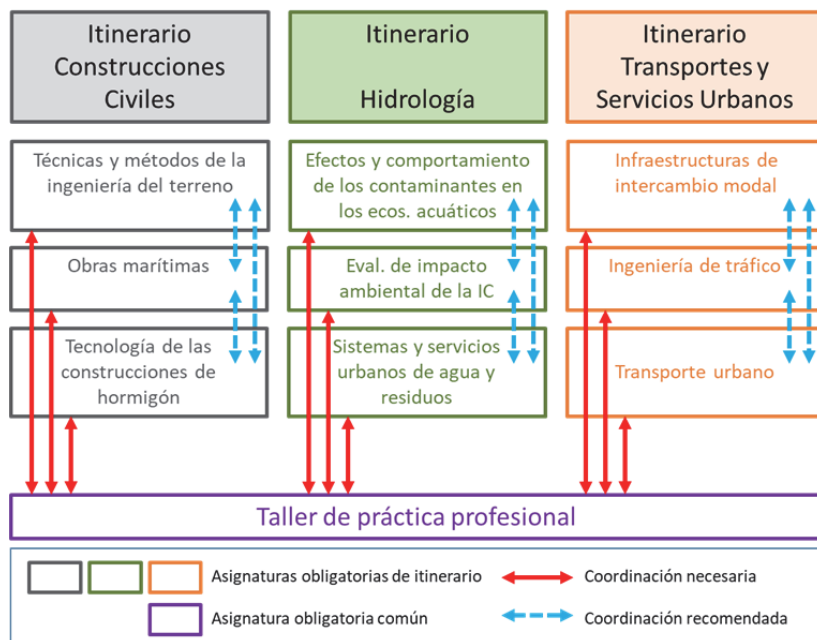


Figura 3. Esquema conceptual de la prueba piloto para la implantación coordinada del ABP en el cuatrimestre A de cuarto curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas (Fuente: elaboración propia).

4.2 Coordinación de la temporización y adaptación de horarios

Hasta el curso 2019/20, todas las asignaturas, en cada uno de los itinerarios, estaban temporizadas a razón de 2 sesiones semanales de 2 horas de duración cada una. Al no existir conexión entre ellas, el ritmo de unas no condicionaba el de otras. Sin embargo, al pasar a depender buena parte de la información necesaria para realizar el proyecto completo en *Taller de práctica profesional* del trabajo realizado por los estudiantes en el resto de asignaturas tecnológicas, conviene, para el desarrollo del piloto, ralentizar el ritmo inicial de la asignatura común al principio del cuatrimestre y acelerarlo al final, cuando buena parte del trabajo necesario en el resto de asignaturas esté ya desarrollado.

Este cambio de ritmo inicial en *Taller de práctica profesional* implica que, complementariamente, una asignatura en cada itinerario debe adoptar el ritmo alterno, es decir, más intenso al principio del cuatrimestre y más pausado al final. Tras el análisis de las tareas a desarrollar en cada asignatura, se conviene que las asignaturas por especialidades que adoptarán un ritmo más intenso en la primera mitad del cuatrimestre son:

- Obras marítimas* en el itinerario de *Construcciones civiles*; acelerar el ritmo inicial permitirá desarrollar los estudios previos necesarios para el proyecto en el contexto de esta asignatura.

- b) *Evaluación de impacto ambiental en la ingeniería civil* en el itinerario *Hidrología*; un ritmo más intenso en la primera mitad de la asignatura permitirá avanzar en la recopilación y análisis de la información para la elaboración de los documentos ambientales.
- c) *Transporte urbano* en el itinerario *Transportes y servicios urbanos*; un mayor ritmo al principio del cuatrimestre permite avanzar en el estudio de la funcionalidad del paseo en términos de movilidad peatonal y accesibilidad.

Así, *Taller de práctica profesional* impartirá una única sesión semanal de 2 horas en la primera mitad del cuatrimestre y 3 sesiones semanales de 2 horas en la segunda mitad. Las tres asignaturas tecnológicas arriba reseñadas adoptan el ritmo inverso: 3 sesiones semanales de 2 horas al principio del cuatrimestre y una única sesión semanal de 2 horas al final. El resto de asignaturas tecnológicas en cada itinerario mantiene su ritmo de 4 horas semanales, en 2 sesiones de 2 horas (Tabla 1).

Tabla 1. Carga lectiva semanal por asignaturas: comparativa del curso de implantación del piloto (2020/21) con el precedente (Fuente: elaboración propia).

Asignatura	ECTS	Horas/semana curso 2019/20	Horas/semana curso 2020/21	
			Semanas 1 a 7	Semanas 8 a 14
Taller de práctica profesional	6	4	2	6
Tecnología de las construcciones de hormigón	6	4	4	4
Obras marítimas	6	4	6	2
Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno	6	4	4	4
Evaluación de impacto ambiental en la Ingeniería Civil	6	4	6	2
Efectos y comportamientos de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos	6	4	4	4
Sistemas y servicios urbanos de agua y residuos	6	4	4	4
Infraestructuras de intercambio modal	6	4	4	4
Ingeniería de tráfico	6	4	4	4
Transporte urbano	6	4	6	2

4.3 Coordinación y homogeneización de guías docentes

Transmitir al estudiante el planteamiento conjunto de las 10 asignaturas es de vital importancia para que perciba la coordinación y las relaciones de dependencia de unas actividades respecto de otras. El documento de referencia para el estudiante es la guía docente, por lo que se opta por reflejar explícitamente que en el curso académico 2020/21, todas las asignaturas implicadas en el piloto participarán de manera coordinada en el desarrollo del proyecto en el puerto de Benicarló.

Concretamente, las 10 guías docentes contienen el siguiente párrafo en el apartado descripción general de la asignatura: *“En el curso académico 2020/21, esta asignatura forma parte del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa “Incorporación del Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas”, en el que participan, de manera coordinada, todas las asignaturas del cuatrimestre A de la titulación. Así, el estudiante trabajará, en todas las asignaturas que curse, aplicaciones*

prácticas con un mismo nexo común, el proyecto de un paseo sobre el contradique y sus accesos e instalaciones en el puerto de Benicarló (Castellón)”.

5. Conclusión

El contexto docente del cuatrimestre A de cuarto curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas resulta idóneo para la implantación del aprendizaje basado en proyectos de forma coordinada entre las asignaturas que componen el cuatrimestre. El piloto definido permite que todas las asignaturas obligatorias de itinerario participen de forma coordinada con la asignatura común a todas las especialidades, *Taller de práctica profesional*, aportando las partes del proyecto que puedan trabajarse en cada una de ellas. La coordinación exige, entre otros, adaptar los horarios para el curso de implantación del piloto, con objeto de adecuar el ritmo de las asignaturas al desarrollo coordinado de las actividades.


En los siguientes capítulos, se describen con detalles las actividades en cada asignatura en el marco del proyecto común, así como las adaptaciones específicas que cada asignatura ha debido realizar para poder garantizar las dependencias de unas respecto de otras en actividades que en unas asignaturas dependen del desarrollo previo de otras en asignaturas diferentes.


Referencias

Generalitat Valenciana. (2010). *Proyecto de construcción. Paseo sobre contradique del puerto de Benicarló*. Conselleria d'Infraestructures i Transport, Divisió de Ports, Aeroports i Costes.


Adaptación docente de la asignatura común

Taller de práctica profesional

Laura Montalbán Domingo 
Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. *Universitat Politècnica de València*
laumondo@upv.es

Tatiana García Segura 
Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. *Universitat Politècnica de València*
tagarse@upv.es

Francisco J. Bayarri Cebrián
Dpto. de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
frabaceb@upv.es

Amalia Sanz Benlloch 
Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. *Universitat Politècnica de València*
asanz@upv.es

1. Introducción

El aprendizaje basado en proyectos (ABP), es una metodología docente activa que consiste en plantear un problema real a los estudiantes, que deben resolver —guiados por el profesor— a partir de sus propios conocimientos, reflexiones e indagaciones.

Taller de práctica profesional es una asignatura obligatoria del cuarto curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas, con un marcado carácter práctico, cuyo objetivo principal es que los estudiantes conozcan y simulen trabajos relacionados con su futuro profesional. En el marco del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME), "Incorporación del Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas", la asignatura resulta idónea para introducir por primera vez la metodología del ABP, a la vez que puede servir de nexo común al resto de asignaturas optativas de los diferentes itinerarios de especialización.

Se plantea un proyecto común que consiste en la elaboración de un proyecto de construcción en un ámbito portuario. El proyecto lo elaboran los estudiantes a lo largo del cuatrimestre en la asignatura *Taller de práctica profesional*, que a su vez se va completando con la documentación procedente de las actividades realizadas en las asignaturas obligatorias de especialidad de los tres itinerarios de especialización. De esta forma, se plantea a los estudiantes un caso real, donde inicialmente deben interpretar los objetivos y requerimientos marcados en los pliegos de bases para la contratación, visitan el lugar de la actuación para tomar conocimiento del entorno, y tienen reuniones con el responsable/director del contrato, para finalmente desarrollar la mejor solución al problema planteado.

El proyecto ofrece al estudiante la posibilidad de seguir la evolución de un expediente administrativo de contratación desde su origen, es decir, desde el momento en el que la administración detecta la necesidad de llevar a cabo una determinada actuación, hasta su finalización, establecida en el momento en el que el adjudicatario entrega de conformidad los trabajos contratados.

El equipo docente que lleva a cabo la implantación de la metodología ABP en la asignatura *Taller de práctica profesional* está formado por tres profesoras que ya tienen experiencia en esta metodología, pues han participado previamente en un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa en aprendizaje basado en proyectos en el que se coordinan varias asignaturas del Grado en Ingeniería Civil. Además, se cuenta con la participación de un profesor asociado que imparte docencia en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas y que desarrolla su actividad profesional como jefe del servicio de explotación de puertos de la Generalitat Valenciana.

En los apartados siguientes se describe la asignatura *Taller de práctica profesional* y las actividades específicas que se han desarrollado en el marco del PIME. Así mismo, se analizan los resultados obtenidos y se valoran críticamente las limitaciones y oportunidades de la experiencia desarrollada.

2. Taller de práctica profesional

Taller de práctica profesional distribuye la carga lectiva de 6 créditos, en 3 créditos de teoría de aula y 3 créditos de práctica de aula. Los contenidos se estructuran en cuatro unidades didácticas: (1) introducción; (2) contrato de servicios y contrato de obras; (3) redacción de proyectos y (4) valoración de obras.

El primer bloque es una introducción al proceso proyecto-construcción en sus dos fases principales—diseño y ejecución de la infraestructura—. El segundo bloque trata sobre los dos tipos de contratos principales en los que interviene habitualmente un ingeniero civil en el ejercicio de su profesión. El tercer bloque incluye los diferentes documentos que componen la redacción de un proyecto de construcción. El cuarto bloque se centra en la valoración de las obras — en la fase de elaboración del proyecto constructivo — presupuesto del proyecto — y la valoración de las obras durante la fase de construcción de las mismas – certificaciones de obra —.

La asignatura tiene como objetivo principal que los estudiantes conozcan y simulen trabajos relacionados con su futuro profesional. Unos serán relativos al diseño de un proyecto, otros a la fase de construcción. Se trata, en todos los casos, de trabajos como los que deberán realizar en una consultora de ingeniería, especialmente como participantes en un equipo para la redacción de un proyecto o en asistencia técnica, o como los que deberán realizar en una empresa constructora, en oficina y, especialmente, en obra.

Las competencias específicas del perfil del estudiante a las que *Taller de práctica profesional* contribuye, son:

- Comprensión de trabajos de ingeniería complejos, que engloben distintas disciplinas de la ingeniería civil y materias relacionadas. Integración de estos conocimientos en el planteamiento y definición de la ejecución, conservación o explotación de obras de ingeniería civil.
- Conocimiento y comprensión de determinados aspectos del proceso proyecto-construcción: contrato de consultoría y asistencia, documentos del proyecto y contrato de obra. Obtener una visión conjunta de todo el Proyecto de Construcción y su interpretación.

Además, se trabajan y evalúan las competencias transversales: diseño y proyecto, pensamiento crítico y aprendizaje permanente.

La asignatura es obligatoria y se imparte en el cuarto curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas desde el curso 2013/14. Durante los primeros años contaba con un tamaño de grupo de entre 65 y 115 estudiantes, pero a partir del curso 2017/18 comenzó a descender desde 41 estudiantes matriculados hasta 19 en el curso 2020/21.

3. Actividades específicas desarrolladas en el marco del PIME

Las actividades desarrolladas en el marco del PIME se presentan en dos grupos, por un lado, se describen las actividades preparatorias llevadas a cabo por el equipo de profesoras, para la implantación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos en *Taller de práctica profesional* y, por otro lado, se describen las actividades propiamente desarrolladas en la asignatura durante el curso 2020/21, en las que, en su mayoría, los estudiantes son los principales protagonistas.

3.1 Actividades preparatorias de la metodología docente

3.1.1. Preparación del enunciado

Una vez escogido el tema del proyecto—un proyecto de construcción en el ámbito portuario—la primera actividad consistió en preparar el enunciado del caso. Para ello se tuvo en cuenta que fuera relevante, desafiante, con una complejidad suficiente como para integrar varias disciplinas y que pudiera tener varias soluciones. El enunciado propone a cada uno de los grupos de estudiantes—que simulan formar parte de un equipo multidisciplinar perteneciente a una consultora de ingeniería—que diseñen la mejor solución y redacten los documentos de un proyecto de construcción. El encargo lo realiza la Consellería de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad, como consecuencia de la adjudicación de un contrato de servicio para la redacción del *Proyecto de construcción de accesos, paseo marítimo e instalaciones en el contradique del puerto de Benicarló (Castellón)*.

El enunciado incluye, además, cada uno de los documentos que deben aportar de las actividades realizadas en el resto de asignaturas de especialidad que participan en el PIME, así como un pliego de bases necesario en la contratación para los servicios de redacción de un proyecto. Los estudiantes disponen de toda la información en la herramienta *Lessons* de PoliformaT—plataforma de teleformación de la Universitat Politècnica de València—. La herramienta *Lessons* permite al profesor gestionar la información de la asignatura, la documentación complementaria, las tareas, etc., en un mismo espacio y crear contenido interactivo, muy propio de las metodologías activas.

3.1.2. Preparación de las tareas

En la preparación de las tareas que los estudiantes abordarían a lo largo del proyecto se tuvo en cuenta que fueran adecuadas al tiempo del que dispondrían de modo que pudieran a la vez aprender y trabajar. Además, se debía determinar qué parte del proyecto se realizaría de forma presencial y qué parte realizarían los estudiantes fuera del aula. De este modo se confeccionaron tareas individuales previas —para trabajar en casa—que les permitieran preparar los contenidos y buscar la información necesaria, y tareas de clase para trabajar en grupo de forma práctica en el aula, cuyo resultado eran entregables semanales de los que recibirían retroalimentación. Posteriormente, estas tareas formarían parte del documento final; de este modo los estudiantes irían

realizando el trabajo progresivamente y no dejarían la entrega para el momento final. Todas las tareas se gestionaron por parte de los profesores y de los estudiantes a través de la herramienta de tareas de PoliformaT. La herramienta permite crear, distribuir, devolver y evaluar los diferentes trabajos y actividades propuestas por el profesor.

3.1.3. Programación de actividades fuera del aula

Con el objeto de simular algunos de los trabajos que realiza un ingeniero consultor durante la redacción de un proyecto de construcción, como son las visitas de campo o las reuniones con el promotor para intercambiar información y hacer un seguimiento de la evolución de los trabajos, se programaron, en colaboración con el Servicio de Explotación de Puertos de la Subdirección General de Puertos, Aeropuertos y Costas de la Generalitat Valenciana, tres actividades fuera del aula.

Las actividades programadas consistirían inicialmente en tres visitas: (1) visita al puerto de Benicarló, al objeto de que los estudiantes pudieran comprobar in situ las necesidades de la actuación; (2) visita a la Conselleria de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad, para dar a conocer a los estudiantes, las instalaciones y las distintas estancias intervinientes en un proceso de contratación como son el servicio de contratación o el servicio de gestión económica; y (3) visita al ayuntamiento de Benicarló, municipio donde se ubica el puerto, con el objeto de que los estudiantes tomaran conciencia de las necesidades de la ordenación puerto-ciudad, de los servicios al ciudadano, y la importancia de la coordinación y comunicación que debe existir en todo momento entre las administraciones y el equipo de redacción, para que el proyecto alcance los objetivos marcados y de respuesta a las necesidades existentes.

3.1.4. Cronograma de actividades

Una vez que se definieron las actividades que llevarían a cabo los estudiantes, tanto en casa como dentro y fuera del aula, y las relaciones que había entre ellas, se elaboró el cronograma para definir los plazos de realización de cada una de ellas. Se trataron de organizar todas las actividades de manera lógica y estructurada, para que fueran sencillas de implementar y no cargar de trabajo a los estudiantes. Esta planificación se recogió en un documento que fue remitido a los profesores de las asignaturas de especialidad para que a su vez pudieran encajar en el tiempo las actividades que alimentarían al proyecto común.

3.1.5. Formación de grupos

Los grupos de trabajo fueron formados por las profesoras de la asignatura *Taller de práctica profesional* (TPP) con el objeto de crear equipos multidisciplinares que tuvieran cubiertas todas las asignaturas de los tres bloques de especialidad del Grado en Ingeniería de Obras Públicas—Construcciones Civiles; Hidrología; y Transportes y Servicios Urbanos—.

Para formar los grupos de trabajo se tuvo en cuenta el perfil de los estudiantes, según las asignaturas que tenían matriculadas, así pues, se podían encontrar los siguientes perfiles de estudiantes:

- Estudiante PIME-completo: matriculado de TPP y de las tres asignaturas obligatorias de especialidad.

- Estudiante PIME-parcial: matriculado de TPP y de una o dos asignaturas obligatorias de especialidad.
- Estudiante PIME- TPP: matriculado únicamente de TPP.

Además, se trató de formar grupos compuestos por cuatro o cinco estudiantes ya que grupos más grandes podrían dificultar la colaboración y favorecer la aparición de estudiantes pasivos.

3.1.6. Elaboración de encuestas de opinión

Con el objeto de analizar la implementación de la metodología docente, la consecución de las competencias y la valoración que los estudiantes hacen de su aprendizaje, se elaboraron dos cuestionarios, uno para ser completado al inicio del curso y el otro una vez finalizadas las clases.

El cuestionario inicial incluía una pregunta para determinar el conocimiento de los estudiantes en relación a la metodología de aprendizaje basado en proyectos y tres preguntas de escala Likert para conocer: (1) el grado de utilización de diferentes técnicas docentes en otras asignaturas del Grado en Ingeniería de Obras Públicas; (2) la opinión en cuanto a las ventajas que tienen las diferentes técnicas docentes para conseguir destrezas o habilidades; y (3) las expectativas que tenían en relación a su aprendizaje con la metodología ABP en la asignatura *Taller de práctica profesional*. En el cuestionario final se pedía a los estudiantes que valoraran nuevamente, después de la experiencia, las ventajas de las diferentes técnicas docentes para conseguir destrezas o habilidades y los resultados de aprendizaje recibidos con la metodología ABP en la asignatura *Taller de práctica profesional*. Este cuestionario también incluía una pregunta para que pudieran expresar de forma abierta la valoración personal en cuanto a la experiencia. Ambos cuestionarios se adjuntan en el anexo de esta publicación.

3.1.7. Coordinación con el resto de asignaturas

Para la coordinación con las asignaturas de especialidad que participan en el PIME — Tecnología de las construcciones de hormigón; Obras marítimas; Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno; Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil, Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos; Infraestructuras de intercambio modal; Transporte urbano e Ingeniería de Tráfico—, antes del comienzo del curso, se envió por correo electrónico a los profesores responsables el enunciado del caso en el que se incluía los documentos que procederían de cada una de las asignaturas de especialidad, el pliego de bases y el cronograma de la asignatura de *Taller de práctica profesional*.

3.2 Actividades de desarrollo de la metodología docente

3.2.1. Presentación del proyecto

El lanzamiento del proyecto se llevó a cabo el primer día de clase. Dada la importancia de esta primera sesión, en la que se explicaría el nuevo enfoque docente, así como las actividades que se desarrollarían durante el cuatrimestre, previamente se envió una invitación a los estudiantes. La sesión contó con la participación de la dirección del centro, los profesores de todas las asignaturas de especialidad y el equipo de profesores de *Taller de práctica profesional* con el objeto de transmitir desde el instante inicial la idea de trabajo en equipo y la coordinación e implicación de todas las asignaturas participantes.



Figura 1. Presentación del proyecto.

La sesión comenzó con la presentación del PIME por parte del subdirector jefe de estudios, indicando a los estudiantes que era una propuesta completamente pionera en la Escuela, en la que se había estado trabajando desde hacía casi un año y con la que se esperaba que pudieran disfrutar. Posteriormente cada uno de los profesores explicó brevemente el contenido de su asignatura y que parte se trabajaría en relación con el proyecto. Finalmente, las profesoras de *Taller de práctica profesional* lanzaron la propuesta del proyecto y lo que se esperaba que realizaran, cuál sería el producto final, el procedimiento a seguir y por último la formación de los grupos de trabajo.

3.2.2. Sesiones de aula

Al comienzo del curso, las sesiones de aula se impartieron en una única sesión semanal de dos horas, para que algunas asignaturas de especialidad pudieran trabajar y adelantar documentación necesaria en la asignatura *Taller de práctica profesional*. A mitad del cuatrimestre, para poder trabajar con mayor intensidad en el proyecto, las sesiones de aula se intensificaron en tres sesiones semanales de dos horas cada una.

Antes de cada sesión—con una semana de antelación—los estudiantes disponían del enunciado de una tarea para preparar trabajo previo en casa, principalmente búsqueda de información y preparación de algunos contenidos. Esta tarea debía ser entregada antes de la sesión de clase correspondiente. Después en el aula, las profesoras dedicaban los primeros minutos para dar retroalimentación sobre las tareas realizadas en casa y explicar las tareas que se desarrollarían en las sesiones de clase a lo largo de una semana; el resto del tiempo los estudiantes trabajaban en clase, con sus ordenadores portátiles. Durante estas sesiones, las profesoras desempeñaron una labor de guía en el proceso de aprendizaje, resolviendo dudas y orientando sobre la mejor manera de llevar a cabo las diferentes tareas propuestas para la sesión. Las sesiones de clase fueron muy importantes para trabajar y avanzar en el proyecto.

Al final de cada semana los estudiantes debían presentar un entregable que formaría parte del documento final. Este entregable era corregido y devuelto a los

grupos de trabajo; de este modo, los estudiantes iban recibiendo retroalimentación y completando el proyecto de una manera progresiva para evitar cargas de trabajo al final del curso. Además, entregaban un acta con el trabajo realizado, con el objeto de hacerles conscientes de su avance en el proyecto.

3.2.3. Equipos de trabajo

En el curso 2020/21 en la asignatura *Taller de práctica profesional*, se encuentran matriculados diecinueve estudiantes, con el siguiente perfil en el contexto del PIME:

- Diez estudiantes PIME-completo: cinco de la especialidad de Construcciones Civiles (CC); tres de la especialidad de Hidrología (HG) y dos de la especialidad de Transportes y Servicios Urbanos (TSU).
- Cinco estudiantes PIME-parcial: dos de la especialidad de Construcciones Civiles (CC); uno de la especialidad de Hidrología (HG) y dos de la especialidad de Transportes y Servicios Urbanos (TSU).
- Cuatro estudiantes PIME-TPP: matriculados únicamente de TPP.

De este modo, atendiendo al número y el perfil de los estudiantes matriculados, con que se disponía antes del inicio del curso, y teniendo en cuenta que, en la medida de lo posible, cada grupo tuviera cubiertas todas las asignaturas de los tres bloques de especialidad, quedaron establecidos los siguientes grupos de trabajo:

- Grupo 1: Integrado por cuatro estudiantes PIME- Completo (2CC; 1HG; 1TSU) y 1 estudiante PIME-TPP.
- Grupo 2: Integrado por tres estudiantes PIME- Completo (1CC; 1HG; 1TSU) y 2 estudiantes PIME-TPP.
- Grupo 3: Integrado por un estudiante PIME- Completo (1HG), tres estudiantes PIME-parcial (2 CC; 1 TSU) y un estudiante PIME-TPP.
- Grupo 4: Integrado por dos estudiantes PIME- Completo (2CC) y dos estudiantes PIME-parcial (1HG; 1TSU).

Una vez comenzadas las clases, cuatro estudiantes decidieron no participar en el PIME debido a razones profesionales y personales. Cabe destacar que tres de estos estudiantes estaban solo matriculados de la asignatura TPP, por lo que no fue necesario realizar ningún reajuste en los grupos de trabajo. A estos estudiantes se les planteó una evaluación alternativa que consistió en un examen de la parte de los contenidos correspondientes a la elaboración del proyecto; solo uno de ellos acabó superando la asignatura.

3.2.4. Visita al puerto de Benicarló y a las administraciones públicas

Al inicio del cuatrimestre se realizó la visita al puerto de Benicarló, para que los estudiantes conocieran el entorno y las instalaciones. La visita programada sirvió para trasladar la necesidad de contrastar la información sobre el terreno, comprobar el estado actual del puerto, así como conocer el entorno y sus necesidades, de forma que pudieran comprobar en primera persona la necesidad de llevar a la práctica los conocimientos transmitidos en las clases. En esta visita también participaron los profesores de las asignaturas de especialidad de cuarto curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas.



Figura 2. Acceso al puerto de Benicarló.



Figura 3. Visita a la lonja del puerto de Benicarló.



Figura 4. Estudiantes y profesores en el contradique del puerto de Benicarló.



Figura 5. Estudiantes y profesores en el puerto de Benicarló.

Finalmente, como consecuencia de las distintas limitaciones y restricciones en materia de movilidad y reunión, decretadas por la pandemia ocasionada por la COVID-19, no fue posible llevar a cabo las visitas programadas a la Consellería de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad y al ayuntamiento de Benicarló. En su lugar fueron los técnicos de la Consellería los que visitaron a los estudiantes en la Escuela, para dar una charla presencial.

Esta sesión se dividió en dos partes; en la primera, los estudiantes tuvieron la oportunidad de escuchar de primera mano cómo se estructura y organiza una administración y de conocer desde un punto de vista práctico y simplificado cómo es un proceso de contratación. La segunda parte de la sesión se planteó como una reunión entre el director del contrato, representado por el jefe del Servicio de Explotación de Puertos de la Generalitat Valenciana, y el equipo de redacción de la empresa consultora adjudicataria del contrato, representado por cada grupo de estudiantes.



Figura 6. Visita de los técnicos de Consellería.

3.2.5. Sesiones de coordinación con otras asignaturas

A mitad del cuatrimestre se realizó una reunión para conocer la evolución del proyecto en cada una de las asignaturas. En esta reunión participaron la dirección del centro, los profesores de todas las asignaturas de especialidad y las profesoras de la asignatura *Taller de práctica profesional*. Esta sesión puso de manifiesto la necesidad de mejorar la comunicación y coordinación entre las asignaturas de especialización y la asignatura *Taller de práctica profesional*, problema que también habían detectado los estudiantes como puede verse reflejado más adelante en el apartado resultados. Para dar respuesta a dicha necesidad, se programaron diferentes reuniones entre las profesoras de *Taller de práctica profesional* y cada uno de los profesores de las asignaturas de especialidad.

3.2.6. Exposición del proyecto

Antes de la entrega final del proyecto, los estudiantes presentaron sus trabajos en una exposición oral. La exposición debía mostrar el estudio de alternativas llevado a cabo por cada grupo de trabajo, que incluiría: el objeto del proyecto; los criterios adoptados para evaluar las diferentes alternativas, las diferentes soluciones estudiadas y una breve descripción de la solución adoptada finalmente para la construcción de los accesos, el paseo marítimo y las diferentes instalaciones en el puerto de Benicarló.

Esta fue una de las partes más importantes en el desarrollo de la metodología ABP, ya que los estudiantes, para explicar con claridad el trabajo que habían realizado, tuvieron que organizar las ideas y preparar una presentación oral para mostrar lo aprendido. Por otro lado, con la puesta en común, al mostrar su proyecto al resto de compañeros, pudieron comprobar las partes coincidentes y la información que era diferente, lo que les permitió obtener conclusiones.

3.2.7. Evaluación

Dentro de la evaluación de la asignatura, el 75% de la calificación correspondió a la realización del proyecto; esta calificación se subdividió en un 60 % correspondiente a la documentación confeccionada y un 15% a la exposición oral. Los aspectos que se valoraron en la confección del documento fueron principalmente: (1) la calidad de las aportaciones de las actividades que procedían de las diferentes asignaturas; (2) la complejidad y funcionalidad de la solución y (3) la calidad y el acabado del documento final. En la exposición oral se valoró principalmente la claridad en la presentación de: (1) los criterios establecidos para evaluar las diferentes soluciones, (2) la definición de las diferentes soluciones planteadas por cada grupo de trabajo y (3) la justificación y descripción de la solución adoptada.

Además, la calificación se podía incrementar con un factor que tenía en cuenta la participación individual de cada estudiante. Este factor de participación valoraba principalmente: (1) la asistencia regular a las sesiones de aula; (2) la asistencia a las visitas programadas y (3) la actitud participativa del estudiante en el grupo de trabajo, observada por el equipo de profesoras durante las sesiones de trabajo en el aula y en las diferentes sesiones de tutoría que se mantuvieron a lo largo del curso.

4. Resultados

El siguiente apartado incluye los resultados más destacados obtenidos a partir de los dos cuestionarios que se elaboraron para ser completados por los estudiantes al inicio del curso y una vez finalizadas las clases. Ambos cuestionarios fueron contestados por todos los estudiantes (15) que finalmente participaron en la metodología ABP en la asignatura *Taller de práctica profesional*.

La experiencia de los estudiantes en el uso de diferentes metodologías docentes según el grado de utilización de las mismas en las asignaturas del Grado en Ingeniería de Obras Públicas (GIOP) se muestra en la Figura 7. Las técnicas más utilizadas son la lección magistral, el aprendizaje basado en problemas y el método del caso. Sin embargo, no han utilizado en ninguna ocasión el aprendizaje basado en proyectos; los estudiantes no cuentan con experiencia en este tipo de metodología.

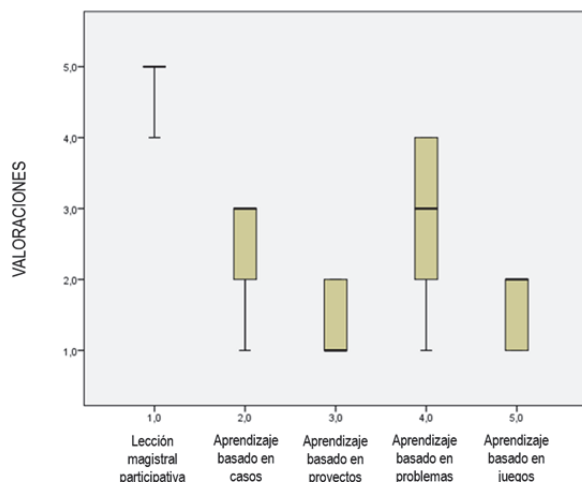


Figura 7. Uso de diferentes metodologías docentes en GIOP.

La valoración que los estudiantes hacen sobre el grado de consecución de algunas competencias en relación a la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP), antes (expectativas) y después de la experiencia, se muestran en la Figura 8. Los estudiantes valoraron los resultados alcanzados con el ABP más positivamente al final de la experiencia de lo que pensaron en un principio (expectativas). En este sentido, resulta especialmente relevante el hecho de que la mediana se sitúe en todos los casos en la máxima puntuación.

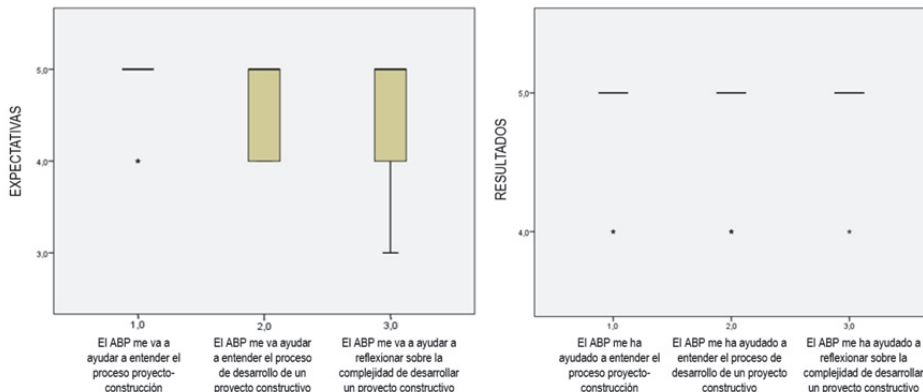


Figura 8. Competencias adquiridas con la metodología ABP.

La Figura 9 muestra los resultados en relación a los resultados de aprendizaje en *Taller de práctica profesional*. La asignatura ha ayudado a los estudiantes a establecer los condicionantes o premisas para el diseño de la solución, a diseñar las infraestructuras necesarias en el proyecto, a comprender la importancia del proceso constructivo, a elaborar el proyecto y a plantear el estudio de soluciones del proyecto.

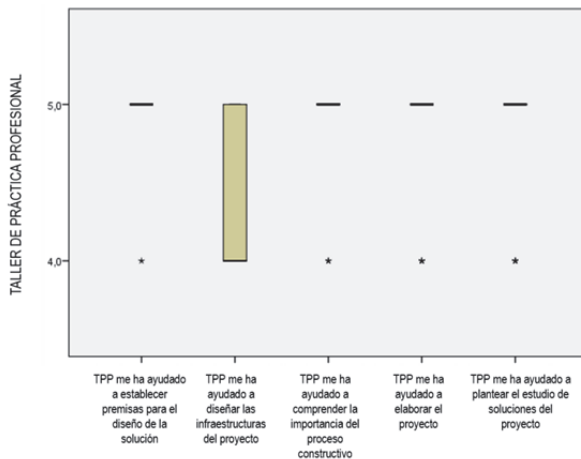


Figura 9. Resultados de aprendizaje en Taller de práctica profesional.

A través de la pregunta abierta del cuestionario final, para conocer la valoración personal de los estudiantes, se pudo constatar que la experiencia fue muy positiva pues los ha llevado a enfrentarse a un problema real y a prepararse para situaciones futuras en el ejercicio de su profesión. No obstante, han encontrado dificultades en el trabajo en equipo y han percibido falta de coordinación entre las asignaturas

participantes. Se transcriben a continuación algunas de las opiniones de los estudiantes: *“Creo que ha sido una buena experiencia, puesto que realizar este proyecto te ayuda a darte cuenta de cómo es la realidad luego trabajando, además fomenta mucho el trabajo en equipo”*. *“Prepara al alumno para el mundo laboral con casos reales, con demandas similares a las que nos encontraremos en un futuro, nos ayuda a trabajar en equipo y a enfrentar un problema con distintos puntos de vista. “Creo que es una muy buena forma de aprender los conceptos necesarios para la elaboración de un proyecto, pero ha sido complicada la organización con mis compañeros”*. *“Es una gran idea, pero habría que ajustar los grupos, ya que en algunos casos se podían apreciar carencias a nivel de organización, compromiso, etc.”*. *“Como idea, me parece que es el método de aprendizaje más idóneo para la asignatura, pero al ser el primer año que se realiza, la organización y el planteamiento no ha sido el mejor, aun así, apoyo y veo muy positiva la experiencia”*. *“En mi opinión ha sido una experiencia satisfactoria, si bien es cierto con falta de coordinación entre asignaturas, sobre todo al principio, pero en general creo que el resultado es bueno”*.

5. Conclusiones

La asignatura *Taller de práctica profesional*, por su carácter práctico y los objetivos que plantea, resulta idónea para introducir por primera vez la metodología del aprendizaje basado en proyectos y servir de nexo común al resto de asignaturas, en el cuarto curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas.

La implementación del aprendizaje basado en proyectos de forma transversal en todas las asignaturas de un mismo curso, permite enfocarse en un trabajo más retador, complejo e interdisciplinar y favorece el trabajo colaborativo de los participantes, tanto de profesores como de estudiantes. La experiencia previa del equipo de profesores permite que la implantación de la metodología se pueda realizar de forma sencilla y no cargar de trabajo excesivo a los estudiantes, no obstante, se detectan problemas de coordinación que deben mejorarse para ediciones futuras.

La metodología ABP aporta una elevada satisfacción a los estudiantes pues ven que pueden llegar a resolver problemas planteados en la vida real y la relevancia que esto puede tener en su vida profesional.


En los siguientes capítulos, se describen las actividades en el resto de asignaturas que integran el PIME, sus adaptaciones y las aportaciones específicas al proyecto constructivo desarrollado por *Taller de práctica profesional*.


Referencias


Generalitat Valenciana. (2010). *Proyecto de construcción. Paseo sobre contradique del puerto de Benicarló*. Conselleria d'Infraestructures i Transport, Divisió de Ports, Aeroports i Costes.

Adaptación docente de la intensificación

Construcciones civiles

Miguel Ángel Fernández Prada 
Dpto. Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil. *Universitat Politècnica de València*
mafernan@upv.es

Jorge Molines Llodrá 
Dpto. Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
jormollo@upv.es

José B. Serón Gáñez 
Dpto. Ingeniería del Terreno. *Universitat Politècnica de València*
jbseron@upv.es

1. Introducción

El módulo de tecnología específica en *Construcciones civiles* incluye las materias necesarias para adquirir las competencias específicas incluidas en este itinerario formativo. Se trata de un conjunto de materias tecnológicas que facultan al estudiante para el ejercicio de la profesión de Ingeniería Técnica de Obras Públicas en la especialidad de *Construcciones civiles*. En la siguiente tabla se recogen las materias y asignaturas obligatorias que conforman dicho módulo en el plan de estudios.

Tabla 1. Materias y asignaturas obligatorias del módulo de tecnología específica en *Construcciones Civiles* (Fuente: elaboración propia).

Materia	Asignatura	ECTS	Curso	Cuat.
Tecnología de la edificación y del pretensado	Edificación	7,5	3	B
	Hormigón pretensado	4,5	3	B
Construcción	Construcción industrializada	4,5	3	B
	Obras marítimas	6	4	A
	Tecnología de las construcciones de hormigón	6	4	A
	Tecnología de las construcciones metálicas y mixtas	6	3	B
Ingeniería del terreno	Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno	6	4	A

Centrando el análisis en las asignaturas *Tecnología de las construcciones de hormigón*, *Obras marítimas* y *Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno*, del cuatrimestre A de cuarto curso, que son las que integran la experiencia desarrollada en el marco del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME), las competencias específicas del perfil del estudiante a las que dichas asignaturas contribuyen, son:

- Concebir, proyectar, construir y mantener estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas a partir del conocimiento de los fundamentos del comportamiento de dichas estructuras.
- Construir y conservar obras marítimas.
- Construir obras geotécnicas.

- Comprender los procedimientos constructivos, la maquinaria de construcción y las técnicas de organización, medición y valoración de obras.

Con el objeto de recabar información en relación a la opinión de los estudiantes con respecto a la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) se elabora una encuesta para ser completada al finalizar el cuatrimestre. El cuestionario incluye cinco preguntas, en las cuales el estudiante debe seleccionar un valor entre 1 y 5 en función de la experiencia con la aplicación del ABP en las asignaturas de la intensificación en construcciones civiles.

Tabla 2. Integración de las asignaturas en el aprendizaje basado en proyectos (Fuente: elaboración propia).

Preguntas	Valoración				
	1	2	3	4	5
La asignatura me ha ayudado a plantear el estudio de soluciones del proyecto.					
La asignatura me ha ayudado a establecer los condicionantes o premisas para el diseño de la solución.					
La asignatura me ha ayudado a comprender la importancia del proceso constructivo.					
La asignatura me ha ayudado a diseñar las infraestructuras necesarias en el proyecto.					
La asignatura me ha ayudado a elaborar el proyecto.					

Nota: "1" significa totalmente en desacuerdo; "2" significa en desacuerdo. "3" significa ni de acuerdo ni en desacuerdo; "4" significa de acuerdo; "5" significa totalmente de acuerdo.

En los apartados siguientes se describe cada una de las asignaturas y las actividades específicas que se han desarrollado en el marco del PIME. Así mismo, se analizan los resultados obtenidos y se valoran críticamente las limitaciones y oportunidades de la experiencia desarrollada.

Los enunciados correspondientes a las actividades desarrolladas en cada una de las asignaturas se recogen en el anejo de esta publicación.

2. Tecnología de las construcciones de hormigón

2.1 Descripción de la asignatura

Tecnología de las construcciones de hormigón es una asignatura con una carga lectiva de 6 créditos, distribuidos en 3 créditos de teoría de aula y 3 créditos de prácticas de aula. Los contenidos se estructuran en tres unidades didácticas: (1) representación gráfica; (2) diseño del armado y (3) construcción de estructuras de hormigón.

La asignatura tiene como objetivos principales:

- 1) Diseñar y representar gráficamente el armado de una estructura de hormigón a partir de una determinada información proporcionada al estudiante, de acuerdo con los estándares de representación gráfica existentes.
- 2) Profundizar en los conocimientos sobre aspectos tecnológicos de la construcción de estructuras de hormigón.

Para el alcance del primer objetivo, se diseñan cinco talleres en los que, mediante el método del caso, cada estudiante debe analizar la información proporcionada, diseñar una solución de armado técnicamente viable y económicamente aceptable y plasmar el resultado en un plano que pueda ser perfectamente interpretado y ejecutado por un técnico cualificado. La dinámica en todos los talleres pretende *escenificar* la tarea que realizaría en una consultoría de ingeniería un técnico que, a partir de la información proporcionada por el compañero *calculista*, deba diseñar el armado de la estructura objeto de un proyecto.

Para cubrir el segundo objetivo, se lleva a cabo una revisión de diferentes aspectos del proceso constructivo de estructuras de hormigón armado y pretensado, sistemas de pretensado, y diferentes elementos tecnológicos propios de la construcción de estructuras de hormigón.

2.2 Actividades específicas desarrolladas en el marco del PIME

Para la integración de *Tecnología de las construcciones de hormigón* en el PIME, se adapta expreso uno de los cinco talleres, incorporando una de las estructuras incluidas en el Proyecto del puerto de Benicarló. A tal efecto, se propone a los estudiantes que diseñen el armado de la estructura de un pórtico tipo del paseo marítimo.

Para realizar el trabajo, se proporciona a los estudiantes información detallada que incluye: la definición geométrica del pórtico; los materiales que componen la estructura, los esfuerzos de diseño; y la armadura necesaria para cumplir con las verificaciones correspondientes a los estados límite últimos.

A partir de la información proporcionada, los estudiantes deben: determinar las armaduras mínimas —no incluidas en los cálculos previos—; elegir los diámetros y disposiciones de armado para diferentes secciones; decidir la mejor de las soluciones para el armado conjunto de toda la estructura; determinar las longitudes de anclaje y empalme adecuadas y necesarias con el diseño global elegido; confeccionar los planos con la definición geométrica de la estructura y la representación gráfica del armado elegido; confeccionar la planilla de despiece de las armaduras y realizar la medición de la armadura y del hormigón.

La geometría y las necesidades de armado son las mismas para todos los estudiantes, pero cada uno de ellos debe proporcionar una solución individual del armado conjunto de la estructura, permitiendo que puedan consultar entre ellos posibles soluciones.

Las actividades realizadas permiten a los estudiantes la elaboración de los planos de *Estructura: definición geométrica y armado y las mediciones de la armadura del pórtico tipo del paseo marítimo*, que se incluirán respectivamente en el documento planos y el documento presupuesto del proyecto del puerto de Benicarló, elaborado en *Taller de práctica profesional*.

2.3 Resultados

En el curso 2020/21 en la asignatura *Tecnología de las construcciones de hormigón*, se encuentran matriculados nueve estudiantes, con el siguiente perfil en el contexto del PIME:

- a) Seis estudiantes están matriculados en *Taller de práctica profesional*. De los cuales, cinco están matriculados de las tres asignaturas de la especialidad (PIME-completo), y uno está matriculado en dos asignaturas de las tres posibles. (PIME-parcial).
- b) Tres estudiantes no están matriculados en *Taller de práctica profesional* (NO-PIME).

Desde el punto de vista del rendimiento académico, las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el taller PIME no muestran diferencias reseñables ni con respecto al taller equivalente al del PIME realizado en cursos anteriores, ni con respecto al resto de talleres trabajados fuera del PIME en el curso académico (2020/21), aunque los resultados obtenidos en el taller PIME han sido ligeramente mejores en ambos casos —comparados con los de cursos anteriores y comparados con el resto de talleres de este curso—.

En comparación con el resto de talleres realizados en el curso académico 2020/21 que no formaban parte del PIME, todos los estudiantes, menos uno, presentaron la solución del taller PIME en el plazo estipulado y, de los presentados, todos lo superaron notablemente, circunstancia que no se ha producido en el resto de los talleres del curso, salvo el taller cinco.

Si se comparan los resultados del taller PIME realizado en el curso 2020/21 con los resultados del taller equivalente realizados en cursos anteriores en el taller equivalente al PIME de este curso, se aprecia una mejoría en las calificaciones (aunque estadísticamente poco significativa).

Lo que sí llama la atención es que las mejores calificaciones del taller PIME han sido obtenidas por el grupo de alumnos PIME-completo —4 de las 5 mejores calificaciones corresponden a estudiantes de este grupo—, mientras que las dos calificaciones más bajas corresponden a dos de los estudiantes del grupo NO-PIME.

A la vista de las opiniones vertidas por los estudiantes en las encuestas realizadas ad hoc, en relación con la asignatura de *Tecnología de las construcciones de hormigón*, los estudiantes muestran su acuerdo con las cuestiones relativas a la ayuda que les ha supuesto la asignatura para establecer los condicionantes o premisas para el diseño de la solución; diseñar las infraestructuras necesarias en el proyecto y comprender la importancia del proceso constructivo. Sin embargo, muestran cierta disconformidad con la ayuda que la asignatura les ha supuesto para elaborar el proyecto y plantear el estudio de soluciones del proyecto.

Es destacable que por primera vez en todos los cursos en los que se ha impartido esta asignatura, 3 de los estudiantes —de 3 de los grupos conformados en *Taller de práctica profesional*— solicitaron una tutoría previa a la realización del taller para poder contextualizarlo adecuadamente.

2.4 Conclusiones

La integración de la asignatura *Tecnología de las construcciones de hormigón* en el PIME ha resultado relativamente sencilla porque no ha sido preciso modificar, en esencia, la dinámica de trabajo, tan sólo ha requerido replantear uno de los talleres que se venían realizando en la asignatura desde hace años.

Los estudiantes han trabajado el taller en relación al PIME sin mayores incidencias. Si acaso, cabe destacar muy positivamente la motivación de los estudiantes, circunstancia demostrada por el hecho de que ha sido el único taller en que varios de los estudiantes solicitaron tutorías previamente a la realización para poder contextualizarlo adecuadamente en el marco del proyecto general.

También es destacable que las mejores soluciones han sido las presentadas por los estudiantes que estaban matriculados de todas las asignaturas objeto del PIME, lo que abunda en la percepción de que esta experiencia supone un importante elemento de motivación.

A la vista de las opiniones vertidas por los estudiantes en la encuesta realizada a los efectos de recabar información con respecto a la metodología de aprendizaje basado en proyectos, es posible que se pudieran solventar las percepciones menos positivas dejando una mayor libertad a los estudiantes para elegir los datos de partida — geometría, materiales, acciones—. El problema de esta opción es que supondría una carga de trabajo adicional para los estudiantes. No obstante, se podría valorar replantear el taller para dejarlo más *abierto* en su definición, reduciendo el número de talleres a realizar por los estudiantes para que pudieran dedicar un mayor esfuerzo a este taller PIME

3. Obras marítimas

3.1 Descripción

Obras marítimas es el primer y único punto de contacto de los estudiantes del Grado en Ingeniería de Obras Públicas con los procesos constructivos y problemática existente en el campo de la ingeniería marítima. La carga lectiva de 6 créditos, se distribuye en 3,6 créditos de teoría de aula y 2,4 créditos de práctica de aula, laboratorio, informática y campo. La asignatura se divide en cinco unidades didácticas: (1) introducción; (2) oceanografía física, (3) ingeniería portuaria; (4) ingeniería de costas y (5) modelización en ingeniería marítima.

A principio de curso, se presentan las dos grandes vertientes de la ingeniería marítima —portuaria y costera— así como el sistema de gestión portuario español, con especial hincapié en los puertos de interés general. Posteriormente, se sientan las bases de las acciones climáticas que atacan a las obras marítimas: la mayor carga lectiva se concentra en detallar las tipologías y procesos constructivos de un abanico representativo de obras marítimas, desde dragados y obras de señalización marítima hasta obras de abrigo; obras de atraque; obras marítimas auxiliares y estructuras *offshore*. A final de curso, se aborda el estudio y caracterización de la costa, detallando los procesos que generan el transporte sólido litoral y las obras blandas y duras que pueden realizarse en el medio litoral con tal de regenerarlo y protegerlo. Por último, se detalla la relevancia que representan los ensayos de laboratorio en la ingeniería marítima junto con los fundamentos físicos subyacentes.

La contribución de la asignatura al perfil de la titulación se concreta en la adquisición de habilidades y capacidades en relación a la tipología, características y procedimientos de construcción de obras portuarias y costeras. Las actividades prácticas se enfocan al conocimiento de los factores que influyen en las actuaciones

que se acometen en el medio costero litoral, las bases de información existentes, las instalaciones portuarias y su actividad, así como en la gestión costera.

Ante un escenario futuro de incrementos de nivel de mar y de intensidad de los temporales debidos al cambio climático, las actividades de conservación de estructuras marítimas van a ser fundamentales. La asignatura dota al estudiante de una visión global para acometer una actuación de construcción y/o conservación de obras marítimas, considerando sus afecciones al medio litoral.

3.2 Actividades específicas desarrolladas en el marco del PIME

La integración de *Obras marítimas* en el PIME se ha basado en el desarrollo de un caso práctico general (CPG) tipo portfolio con cuatro entregables parciales sobre el puerto de Benicarló. El CPG se ha desarrollado en equipos de dos estudiantes, en sesiones de prácticas de aula, exponiendo el enunciado correspondiente y empleando el tiempo restante para trabajo en el aula. El contenido de cada uno de los entregables es el siguiente.

- 1) CPG 1: consiste en la descripción del puerto, el estudio de su localización y los usos existentes, así como de su titularidad, unidades operativas y gestión. En este capítulo del CPG se estudian también las instalaciones que tiene el puerto de Benicarló —lonja, restauración, etc.--
- 2) CPG 2: consiste en el estudio del clima marítimo en el área de Benicarló y como puede afectar a las obras objeto del trabajo. En este caso es relevante caracterizar el clima marítimo a pie de dique por los posibles eventos de rebase que se produzcan tanto durante la construcción del paseo marítimo (régimen medio) como en su explotación (régimen extremal).
- 3) CPG 3: consiste en la caracterización de las obras de abrigo, secciones tipo, tipología y condicionantes constructivos. En este caso el estudio se centra en el contradique del puerto de Benicarló, donde se plantea el diseño y proyecto constructivo del paseo marítimo. Se estudian las cotas de coronación del paseo, para emplear los datos de clima marítimo del CPG 2 y estudiar los eventos de rebase sobre el paseo. Se trabaja también sobre el procedimiento constructivo del paseo.
- 4) CPG 4: consiste en la redacción del documento que incluye los tres entregables anteriores y que, en definitiva, constituye el *Anejo de características del puerto, clima marítimo y operatividad por rebases*. El documento final debe adecuarse y concluirse formalmente, incluyendo los índices necesarios, ordenación general de apartados, referencias, etc.

Las actividades realizadas permiten a los estudiantes la redacción del *anejo de características del puerto, clima marítimo y operatividad por rebases*, que se incluye como documento en la memoria del proyecto del puerto de Benicarló, elaborado en *Taller de práctica profesional*.

3.3 Resultados

En el curso 2020/21 en la asignatura *Obras Marítimas*, se encuentran matriculados ocho estudiantes, con el siguiente perfil en el contexto del PIME:

- a) Siete estudiantes están matriculados en *Taller de práctica profesional*. De los cuales, cuatro están matriculados de las tres asignaturas de la especialidad (PIME-completo), y tres están matriculados en dos asignaturas de las tres posibles. (PIME-parcial).
- b) Un estudiante no está matriculado en *Taller de práctica profesional* (NO-PIME).

El desarrollo de cualquier proyecto requiere de muchas horas para comprender la situación actual, problemas existentes y posibles soluciones. El uso de la metodología aprendizaje basado en proyectos llevada a cabo durante el curso 2020/21, en el que el desarrollo de un proyecto real dentro de la asignatura que a su vez se trabaja desde otras perspectivas en otras materias ha permitido que los estudiantes avancen más rápido en el conocimiento global del proyecto sobre el que trabajan. Además, la visita de campo ha sido fundamental para que los estudiantes conozcan de primera mano el funcionamiento e infraestructuras del puerto de Benicarló.

Todo ello ha quedado patente en la solución del portfolio sobre el puerto de Benicarló. El grado de comprensión de condicionantes y procedimientos constructivos en obras marítimas ha sido mayor que en cursos anteriores la calificación del portfolio se ha incrementado un 5% respecto al curso anterior. Los estudiantes han desarrollado mayores inquietudes y predisposición para desarrollar el portfolio; han planteando dudas concretas de detalles en planta o alzado que habitualmente no surgen con el uso de otras metodologías docentes.

En cuanto a las calificaciones de la asignatura, el resultado ha sido similar al de años anteriores. Tampoco se han observado diferencias significativas en las calificaciones de la asignatura dependiendo del perfil de los estudiantes en el contexto del PIME. No obstante, teniendo en cuenta la posible sobrecarga de los estudiantes debido a una mayor carga lectiva de la asignatura, al comienzo del curso condicionada por la evolución del PIME, los estudiantes han obtenido rendimientos similares a los de cursos anteriores.

Los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes indica que la asignatura de *Obras marítimas* ha ayudado fundamentalmente a comprender la importancia del proceso constructivo y en menor medida a establecer los condicionantes o premisas para el diseño de la solución y a diseñar las infraestructuras necesarias en el proyecto.

3.4 Conclusiones

En el curso 2020/21 se ha realizado una aproximación experimental al ABP en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas incluyendo la asignatura de *Obras marítimas*. Su aplicación ha sido sencilla en una asignatura de construcción aplicada, en la que se ha desarrollado un portfolio a lo largo del curso para caracterizar el puerto de Benicarló y detectar problemas en el diseño de un paseo marítimo sobre su contradique.

El desarrollo del ABP ha mejorado el conocimiento del proyecto en el que trabajan los estudiantes, dotándoles de una visión más completa de las necesidades reales y por tanto con capacidad para proporcionar soluciones más realistas. El mayor grado de

implicación de los estudiantes ha quedado patente en un incremento del 5% de las calificaciones del portfolio respecto al curso anterior. En cuanto a las calificaciones finales de la asignatura, éstas han sido similares a cursos anteriores. Los estudiantes han remarcado que fundamentalmente la asignatura ha ayudado a comprender la importancia del proceso constructivo.

Los resultados de esta experiencia piloto han sido satisfactorios, con una elevada implicación del alumnado y profesorado, y generan un marco de trabajo base para mejorar en los próximos cursos.

4. Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno

4.1 Descripción

Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno tiene una carga lectiva de 6 créditos, que se distribuyen en 3 créditos de teoría de aula y 3 créditos de práctica de aula, laboratorio, informática y campo. Los contenidos se estructuran en nueve unidades didácticas: (1) conocimientos básicos; (2) actividades propias de la ingeniería geotécnica; (3) parametrización de suelos; (4) consolidación y compactación de suelos; (5) descripción geomecánica de rocas; (6) tratamiento de datos en laboratorio y campo; (7) ingeniería de cimentaciones; (8) excavaciones a cielo abierto; y (9) obras subterráneas.

La asignatura complementa y amplía la asignatura *Geotecnia y cimentaciones* del tercer curso del Grado en Ingeniería de Obras Públicas, desde un punto de vista más práctico y tecnológico. Para ello, tras un breve recordatorio de los conocimientos básicos previos, se aborda el análisis de las actividades propias de la ingeniería geotécnica, haciendo hincapié en la elaboración de informes y estudios geotécnicos y la parametrización de suelos y rocas, para articular la asignatura en torno a determinadas actividades que son fundamentalmente: la ingeniería de cimentaciones, las técnicas de mejora del terreno, la ingeniería de taludes y una introducción a la ingeniería de rocas y a las obras subterráneas.

La asignatura aborda el análisis de las actividades propias de la ingeniería geotécnica, de modo que permita al futuro graduado en Ingeniería de Obras Públicas llevarlas a cabo en el desarrollo de su profesión.

4.2 Actividades específicas desarrolladas en el marco del PIME

En España, la Ley de Contratos del Sector Público establece que: *“salvo que ello resulte incompatible con la naturaleza de la obra, el proyecto deberá incluir un estudio geotécnico de los terrenos sobre los que ésta se va a ejecutar, así como los informes y estudios previos necesarios para la mejor determinación del objeto del contrato”*.

Las actividades a desarrollar en la asignatura en el marco del PIME han estado dirigidas a que el estudiante sepa abordar la realización de estudios geotécnicos y la elección, diseño y cálculo geotécnico del cimiento más adecuado para un proyecto de ingeniería civil, dichas actividades se llevan a cabo en torno al proyecto del puerto de Benicarló, planteado en la asignatura *Taller de práctica profesional*.

De un modo secuencial las actividades específicas —llevadas a cabo por los estudiantes y/o explicadas ampliamente en el aula por parte del profesor— han sido:

- 1) Realización del estudio geotécnico preliminar, siguiendo las indicaciones, no regladas, de la buena práctica y/o las de las normativas existentes al efecto, adecuadas al tipo de infraestructura que se proyectaba.
- 2) Redacción de una plica para el encargo de la campaña de reconocimiento.
- 3) Redacción del informe del reconocimiento del terreno.
- 4) Redacción del estudio geotécnico.
- 5) Diseño, cálculo y comprobación geotécnica de la cimentación.
- 6) Redacción, en su caso, del informe de los aspectos geotécnicos relevantes para el proceso de construcción de la cimentación.
- 7) Redacción, en su caso, del informe geotécnico final del proceso de proyecto y construcción y recomendaciones para el mantenimiento.

Las actividades realizadas permiten a los estudiantes la redacción del *anejo de estudio geotécnico*, que se incluye como documento en la memoria del proyecto del puerto de Benicarló, elaborado en *Taller de práctica profesional*.

4.3 Resultados

En el curso 2020/21, en la asignatura *Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno*, se encuentran matriculados siete estudiantes, con el siguiente perfil en el contexto del PIME:

- a) Seis estudiantes están matriculados en *Taller de práctica profesional*. De los cuales, todos ellos están matriculados de las tres asignaturas de la especialidad (PIME-completo).
- b) Un estudiante no está matriculado en *Taller de práctica profesional* (NO-PIME), pero si está matriculado de las tres asignaturas de la especialidad.

Los resultados académicos obtenidos, dentro de las limitaciones propias de *una primera vez* de puesta en práctica, han sido satisfactorios y, sobre todo, esperanzadores de cara a futuras ediciones.

La tasa de rendimiento de la asignatura —% de estudiantes que la superan respecto al número de estudiantes matriculados— ha pasado a ser del 100 % frente al 87,5 % en el curso 2019/20.

Cabe destacar las tutorías generales de la asignatura realizadas, abiertas al conjunto de todos los estudiantes, tutorías que han sido un total de tres y que, por la retroalimentación recibida por parte de los estudiantes les han resultado muy interesantes y provechosas.

4.4 Conclusiones


La experiencia ha supuesto para los estudiantes un valor añadido respecto a cursos anteriores, simplemente por el hecho de abordar el aprendizaje mediante un objetivo concreto y real y de que el esfuerzo realizado redunde no sólo en la asignatura si no en la formación integral como ingeniero técnico de obras públicas.

La integración de la asignatura *Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno* en el PIME ha resultado sencilla y directamente realizable, pues no ha sido preciso modificar los contenidos de la asignatura, simplemente se ha adaptado la dinámica de trabajo para alcanzarlos, resultando una dinámica mucho más fructífera al tratarse no solo de un caso real —como se venía haciendo habitualmente en la asignatura— si no de un caso relacionado y estudiado desde los diversos aspectos cubiertos por las asignaturas implicadas. Tan sólo se ha reducido el número de casos a estudiar —que no iba más allá de dos o tres— para centrarse exclusivamente en el caso propuesto en la asignatura *Taller de práctica profesional*, lo cual, por otra parte, ha resultado más productivo al poder contemplar el proyecto más en conjunto.


Referencias

Generalitat Valenciana. (2010). *Proyecto de construcción. Paseo sobre contradique del puerto de Benicarló*. Conselleria d'Infraestructures i Transport, Divisió de Ports, Aeroports i Costes.

Adaptación docente de la intensificación *Hidrología*

Inmaculada Romero Gil 

Dpto. Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. *Universitat Politècnica de València*
inrogi@upv.es

Vicent Benedito Durá 

Dpto. Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. *Universitat Politècnica de València*
vibedu@upv.es

1. Introducción

El módulo de tecnología específica en *Hidrología* incluye las materias necesarias para adquirir las competencias específicas incluidas en este itinerario formativo. Se trata de un conjunto de materias tecnológicas específicas que facultan al estudiante para el ejercicio de la profesión de Ingeniería Técnica de Obras Públicas en la especialidad de *Hidrología*. En la siguiente tabla se recogen las materias y asignaturas obligatorias que conforman dicho módulo en el plan de estudios.

Tabla 1. Materias y asignaturas obligatorias del módulo de tecnología específica en *Hidrología*
(Fuente: elaboración propia).

Materia	Asignatura	ECTS	Curso	Cuat.
Ingeniería hidráulica	Hidrología superficial y subterránea	6	3	B
	Obras y aprovechamientos hidráulicos	6	3	B
	Planificación y gestión de recursos hídricos	6	3	B
	Sistemas energéticos y aprovechamientos hidroeléctricos	6	3	B
Ingeniería ambiental	Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos	6	4	A
	Evaluación de impacto ambiental de la I.C.	6	4	A
	Sistemas y servicios urbanos de agua y residuos	6	4	A

Centrando el análisis en las asignaturas *Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil* y *Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos* del cuatrimestre A de cuarto curso, que son las que integran la experiencia desarrollada en el marco del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME), las competencias específicas del perfil del estudiante a las que dichas asignaturas contribuyen, son:

- Comprender el funcionamiento de los ecosistemas y los factores ambientales.
- Conocer los proyectos de servicios urbanos relacionados con la distribución de agua y el saneamiento.

Con el objeto de recabar información en relación a la opinión de los estudiantes con respecto a la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) se elabora una encuesta para ser completada al finalizar el cuatrimestre. El cuestionario incluye cinco preguntas, en las cuales el estudiante debe seleccionar un valor entre 1 y 5 en función de la experiencia con la aplicación del ABP en las asignaturas de la intensificación en *Hidrología* que han participado en el PIME.

Tabla 2. Integración de las asignaturas en el aprendizaje basado en proyectos
(Fuente: elaboración propia).

Preguntas	Valoración				
	1	2	3	4	5
La asignatura me ha ayudado a plantear el estudio de soluciones del proyecto.					
La asignatura me ha ayudado a establecer los condicionantes o premisas para el diseño de la solución.					
La asignatura me ha ayudado a comprender la importancia del proceso constructivo.					
La asignatura me ha ayudado a diseñar las infraestructuras necesarias en el proyecto.					
La asignatura me ha ayudado a elaborar el proyecto					

Nota: “1” significa totalmente en desacuerdo; “2” significa en desacuerdo; “3” significa ni de acuerdo ni en desacuerdo; “4” significa de acuerdo; “5” significa totalmente de acuerdo.

En los apartados siguientes se describe cada una de las asignaturas y las actividades específicas que se han desarrollado en el marco del PIME. Así mismo, se analizan los resultados obtenidos y se valoran críticamente las limitaciones y oportunidades de la experiencia desarrollada.

Los enunciados correspondientes a las actividades desarrolladas en cada una de las asignaturas se recogen en el anejo de esta publicación.

2. Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil

2.1. Descripción de la asignatura

Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil es una asignatura con una carga lectiva de 6 créditos, distribuidos en 3,6 créditos de teoría de aula y 2,4 créditos de práctica de aula, informática y laboratorio. Los contenidos se estructuran en tres unidades temáticas: (1) introducción; (2) impacto ambiental de la ingeniería civil; y (3) medidas correctoras y protectoras.

En el bloque (1) introducción se recuerdan conceptos básicos vistos en asignaturas previas de la titulación, como la legislación, descripción del proyecto, alternativas, inventario ambiental, métodos de valoración etc. El bloque (2) impacto ambiental de la ingeniería civil trata con detalle los impactos más significativos que producen las obras civiles—obras lineales; presas y canalizaciones; puertos y obras marítimas; EDARs y emisarios submarinos; vertederos; canteras—. En el bloque (3) medidas correctoras se seleccionan las posibles medidas que deberían plantearse para evitar, mitigar, restaurar o compensar los efectos de las obras de ingeniería civil.

El objetivo principal de la asignatura es sensibilizar al estudiante sobre la necesidad de estudiar y prever adecuadamente las consecuencias que las actuaciones humanas tienen sobre el medioambiente entendido en un sentido amplio. Por tanto, la asignatura está concebida para aportar los conocimientos necesarios para que el estudiante desarrolle las herramientas de toma de decisiones, el análisis, la prevención y la corrección de los perjuicios ambientales ocasionados por los proyectos a desarrollar; permitiendo con ello un desarrollo compatible con el mantenimiento de la calidad ambiental. Lógicamente, todo ello implica la necesidad de proporcionar los

conocimientos necesarios para utilizar y estructurar los datos del proyecto y el medioambiente de cara a una correcta prognosis y evaluación de los efectos ambientales que dicho proyecto producirá.

La asignatura proporciona al futuro graduado/graduada en Ingeniería de Obras Públicas una formación básica en conceptos, normativa, métodos y herramientas para la gestión de los ecosistemas que puedan verse afectados por las obras de ingeniería civil. Les permite adaptarse dentro de este ámbito en un entorno de trabajo interdisciplinario, complejo y dinámico y les dota de las herramientas y conocimientos necesarios para prever y por tanto prevenir o mitigar los impactos ambientales de cualquier tipo de obra de ingeniería civil.

2.2 Actividades específicas desarrolladas en el marco del PIME

La naturaleza interdisciplinar de los impactos ambientales requiere métodos para integrar los aspectos técnicos, ambientales, legales y sociales en un marco coherente que permita el desarrollo de estrategias eficientes en la gestión sostenible.

Se plantea una problemática real a un grupo de estudiantes, para cuya solución deben trabajar de forma colaborativa en un proyecto que tienen que diseñar, siguiendo unas pautas iniciales marcadas por el docente, y donde cada estudiante tiene un rol individualizado con unos objetivos a conseguir. A pesar de que el docente supervisa continuamente el estado del proyecto, los estudiantes trabajan con una total autonomía.

La asignatura está planteada mediante docencia inversa, requiriendo un trabajo previo en casa, orientado por el profesorado, y donde cada estudiante realiza una pequeña tarea individual. Posteriormente en clase el profesor resuelve las dudas y realizan las tareas grupales —que se basan en las tareas individuales que han realizado previamente—. Las actividades individuales son la base para que en la sesión de aula pongan en común sus respuestas previas, lleguen a un consenso y redacten un informe común. De esa manera el estudiante trabaja antes, durante y después de las sesiones de aula, participan activamente en las sesiones y trabajan en equipo.

En las sesiones prácticas se trabaja sobre un caso real de obra civil, realizando diversas actividades con el objetivo de que el estudiante adquiera una visión crítica de los efectos que las obras civiles suelen generar en el medio ambiente y sea capaz de plantear medidas de gestión.

Además, se trabaja y es punto de control de las siguientes competencias transversales: responsabilidad ética, medioambiental y profesional y pensamiento crítico.

En cursos anteriores, los estudiantes solían trabajar con un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) de un proyecto real concreto, que analizaban, desgranaban, cuestionaban y evaluaban. En el curso 2020/21, trabajan como base con el proyecto común del puerto de Benicarló, para redactar los documentos ambientales necesarios. Los estudiantes deben redactar un *informe de valoración ambiental* en el que se inventarían los valores ambientales de la zona de actuación y se justifique la no afección, ni indirecta ni directa, sobre los valores ambientales que justifican la inclusión de este espacio en la Red Natura 2000.

Las actividades realizadas permiten a los estudiantes la redacción del *anejo de estudio de alternativas* y del *anejo informe de valoración ambiental* que se incluyen en la

memoria del proyecto del puerto de Benicarló, elaborado en *Taller de práctica profesional*.

2.3 Resultados

En el curso 2020/21 en la asignatura *Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil*, se encuentran matriculados cuatro estudiantes, con el siguiente perfil en el contexto del PIME:

- a) Tres estudiantes están matriculados en *Taller de práctica profesional* y de las tres asignaturas de la especialidad (PIME-completo).
- b) Un estudiante no está matriculado en *Taller de práctica profesional* (NO-PIME).

Los cuatro estudiantes obtuvieron una calificación de 10.0 y una valoración de excelente en las competencias transversales trabajadas en la asignatura: pensamiento crítico y responsabilidad ética, medioambiental y profesional.

En comparación con cursos anteriores, la utilización de la metodología aprendizaje basado en proyectos como herramienta pedagógica ha conseguido que los estudiantes aprendan mejor, tanto de forma individual como en equipo. Las prácticas programadas constan de dos grupos de actividades, once actividades individuales y grupales. Las actividades individuales que los estudiantes realizan antes de la sesión correspondiente son la base para que en la sesión de aula pongan en común sus respuestas previas, lleguen a un consenso, decidan algunos aspectos importantes y redacten una memoria común. De hecho, las actividades grupales que se realizan en la sesión de aula constan de similares preguntas y apartados que las individuales, pero con algunas otras cuestiones adicionales que deben elaborar en equipo. Todas las actividades les van guiando en el proceso de redacción del informe de valoración ambiental, que forma parte de uno de los anexos del proyecto del puerto de Benicarló.

Una de las características principales de la metodología utilizada, el ABP, es que está orientada a la acción. Como apuntan Martí et al. (2009) el docente actúa como un orientador o guía, porque es una herramienta metodológica que se centra en el estudiante, promoviendo la motivación intrínseca. Además, estimula el aprendizaje colaborativo y cooperativo. Generalmente muchos de los proyectos que se plantean se conciben como la búsqueda de una solución al planteamiento de un caso concreto del mundo real, como un problema ambiental o social. El objetivo es ayudar a la solución de problemas complejos y que no tienen soluciones sencillas. De hecho, el aprendizaje basado en proyectos está siendo ampliamente utilizado como estrategia de aprendizaje profundo y consigue aumentar la motivación de los estudiantes (Castro et al., 2018; Maldonado, 2008; Rodríguez-Sandoval et al., 2010; Katz y Chard, 1989; Romero et al., 2020, 2021).

En la Figura 1 se observa la diferencia en el rendimiento académico obtenido respecto a los cursos anteriores, en función de la metodología de aprendizaje aplicada.

Tras los primeros años en los que los estudiantes realizaban un portafolio con todas las actividades que se planteaban (8 actividades), se comenzó en el curso 2017/18 a utilizar el método del caso para cada una de las actividades realizadas. A pesar de haber ascendido la nota media de los estudiantes con dicha metodología, ha sido a partir del curso 2019/20 cuando se ha observado un mejor rendimiento académico, en

el que se comienza a utilizar el ABP —unificando los diferentes casos en un proyecto común que recogiera todas las actividades— junto con la docencia inversa.

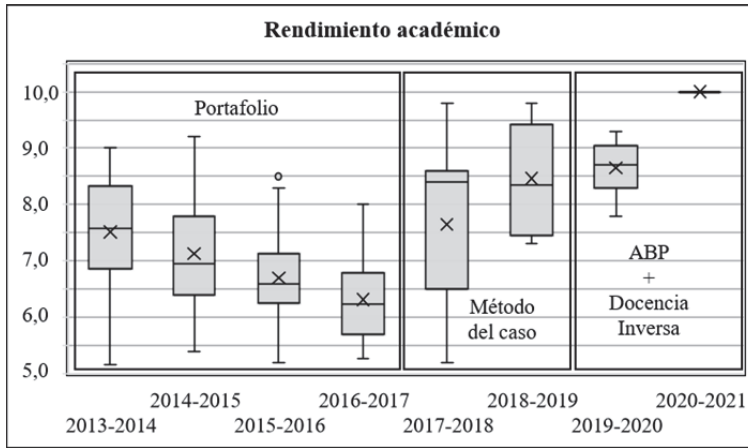


Figura 1. Rendimiento académico en función del curso académico y la metodología empleada en la asignatura *Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil*. (Fuente: elaboración propia)

Pero es en el curso 2020/21, cuando el rendimiento académico ha sido excelente en todos los estudiantes. La aplicación del ABP coordinado entre varias asignaturas ha conllevado una mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes. Se ha podido comprobar que el uso de esta metodología ha mejorado en gran medida las estrategias de aprendizaje, principalmente las estrategias motivacionales —fundamentalmente la motivación extrínseca—, las estrategias metacognitivas y las estrategias de búsqueda de procesamiento y uso de la información, que son imprescindibles para llevar a cabo con éxito el aprendizaje.

A la vista de las opiniones vertidas por los estudiantes en la encuesta realizada al finalizar el curso (Tabla 2), todos los estudiantes muestran “estar de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” con todos los ítems. *Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil* ha ayudado a los estudiantes a establecer los condicionantes o premisas para el diseño de la solución, a diseñar las infraestructuras necesarias en el proyecto, a comprender la importancia del proceso constructivo, a elaborar el proyecto e incluso a plantear el estudio de soluciones del proyecto

2.4 Conclusiones

La metodología de aprendizaje activa utilizada (ABP), ha conseguido que los estudiantes aprendan de manera colaborativa y cooperativa, fomentando su motivación y logrando que alcancen un aprendizaje profundo en aspectos medioambientales.

La aplicación del ABP coordinado entre varias asignaturas ha conllevado una mejora significativa en el rendimiento de los estudiantes. Se ha podido comprobar que el uso de esta metodología mejora en gran medida las estrategias de aprendizaje. Los resultados demostraron que los estudiantes utilizan más y mejores estrategias de aprendizaje. Las estrategias motivacionales mejoraron, lo que confirma que el uso de la metodología aplicada hace mejorar la motivación de los estudiantes. También las estrategias metacognitivas mejoran en gran medida, lo que está altamente relacionado con el trabajo exigido a los estudiantes, que necesitan este tipo de habilidades. Del mismo

modo también mejoran todas las estrategias relacionadas con el procesamiento de la información, que son imprescindibles para llevar a cabo con éxito el aprendizaje.

El ABP coordinado entre todas las asignaturas ha conseguido que los estudiantes aprendan mejor, tanto de forma individual como en grupo, con una participación activa, constante y cooperativa, teniendo más responsabilidad en el desarrollo de su trabajo y acercándose a la realidad de su futuro profesional.

3. Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos

3.1 Descripción de la asignatura

Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos es una asignatura con una carga lectiva de 6 créditos, distribuidos en 4,0 créditos de teoría de aula y 2,0 créditos de práctica de aula, laboratorio y campo. Los contenidos se estructuran principalmente en tres unidades temáticas: (1) introducción; (2) contaminación; y (3) indicadores de contaminación ambiental.

La primera parte de la asignatura describe los ecosistemas acuáticos en cuanto a su ecología y a la biodiversidad existente en ellos. La segunda parte muestra los diferentes tipos de contaminantes producidos por las actividades humanas, su destino y comportamiento en los ecosistemas acuáticos y sus efectos sobre los seres vivos. La tercera parte trata de que los estudiantes aprendan a aplicar un sistema de indicadores de comportamiento ambiental de las actividades desarrolladas en la ingeniería civil, de modo que sean capaces de valorar las emisiones de contaminantes y los consumos de agua y energía, y disponer de información sobre el comportamiento ambiental de un proyecto de construcción y de las empresas dedicadas a esta actividad.

La asignatura proporciona al estudiante competencias que le permitan valorar las consecuencias y los efectos ambientales de las actividades que se llevan a cabo en el ámbito de la ingeniería civil, pudiendo cuantificar el comportamiento ambiental en términos de emisión de contaminantes y consumos de recursos.

3.2 Actividades específicas desarrolladas en el marco del PIME

Para la integración de *Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos* en el marco del PIME, se desarrollan las siguientes actividades en relación al *Proyecto de accesos, paseo marítimo e instalaciones en el contradique del puerto de Benicarló (Castellón)*:

- a) Estudio de soluciones que tenga como objetivo la sostenibilidad. Propuestas de diseño y elementos relacionados con la disminución de la utilización y consumo de energía y agua.
- b) Identificación de procesos en los que se producen y emiten sustancias contaminantes.
- c) Estudio de huella hídrica y huella de carbono y los fundamentos de su cálculo.
- d) Análisis y aplicación de un sistema de indicadores de comportamiento ambiental.

Las actividades realizadas permiten a los estudiantes la redacción del *anejo de estudio de alternativas* y del *anejo de propuesta de indicadores ambientales para*

evaluar el proceso constructivo, que se incluirán como documentos en la memoria del proyecto del puerto de Benicarló, elaborado en *Taller de práctica profesional*.

3.3 Resultados

En el curso 2020/21 en la asignatura *Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos*, se encuentran matriculados cuatro estudiantes, con el siguiente perfil en el contexto del PIME:

- a) Tres estudiantes están matriculados en *Taller de práctica profesional* y de las tres asignaturas de la especialidad (PIME-completo).
- b) Un estudiante no está matriculado en *Taller de práctica profesional* (NO-PIME).

Los resultados los tres estudiantes PIME han sido mejores que los del estudiante que no participaba en el proyecto. Además, los estudiantes participantes en el PIME han mostrado más motivación que el otro estudiante. En cuanto a los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje, para los estudiantes participantes en el PIME han sido buenos, todos han alcanzado una calificación de notable por encima de 7.

En la asignatura, además de las actividades planteadas de acuerdo con la participación en el proyecto PIME, había otra parte de formación teórica. Las calificaciones obtenidas en la parte práctica de la asignatura correspondiente al proyecto también han estado por encima de 7, y consideramos que los resultados han sido buenos. Este es el primer curso en el que esta asignatura participa en el proyecto PIME y no tenemos elementos de comparación, pero sí que hemos constatado que todos los conocimientos adquiridos a partir de los aspectos teóricos tratados en la asignatura, han sido consolidados por los alumnos en su aprendizaje. Es decir, el estudiantado ha sido consciente de los contenidos que han aprendido porque han demostrado que han sido capaces de aplicarlos de manera práctica. Ciertamente, después hay otros elementos que pueden influir en que la calificación obtenida por el estudiante sea mayor o menor, pero hemos constatado de manera evidente que el estudiante ha tenido consciencia clara de la relación entre los contenidos que se han transmitido y de cómo aplicarlos a un proyecto práctico concreto. Hemos constatado que han contextualizado más el aprendizaje y al acabar la asignatura han tenido más consciencia de los conocimientos y capacidades que se les han tratado de transmitir, y por lo tanto más consciencia de lo aprendido.

De los resultados que hemos observado, además hay que destacar que la multidisciplinariedad del proyecto práctico concreto sobre el que han trabajado les ha dotado de un potencial profesional superior. Constatamos como resultado en esta asignatura que los estudiantes han interiorizado la conexión entre los conocimientos teóricos que se les han transmitido, con su aplicación profesional.

3.4 Conclusiones

Si bien, en esta asignatura, una parte siempre se ha trabajado sobre proyectos en los que se han aplicado los conocimientos teóricos, en esta ocasión el hecho de que todo el alumnado haya trabajado sobre el mismo proyecto, ha producido una cooperación, y un intercambio de ideas, que cuando cada estudiante elegía un proyecto, no se producían. En nuestra opinión, una primera conclusión sería que el trabajo de todos en un mismo proyecto genera mayor aprendizaje cooperativo, y una mayor concentración

de los estudiantes en el trabajo. Incluso los estudiantes hablaban de aspectos del trabajo en momentos de tiempo libre.

La segunda conclusión importante es que el proyecto haya estado bien definido y que, posiblemente lo más importante, que se haya desarrollado para un conjunto amplio de materias. En nuestra opinión el aprendizaje ha sido más contextualizado, integrador y consistente.

Finalmente, también creemos que se puede concluir que la participación en el proyecto PIME mejora el rendimiento del alumnado.

Referencias


- Castro Lino, A., López, Olivares, G., Padilla Velasco, A. L., Meléndez Balbuena, L., y Escobedo López, A. B. (2018). La investigación de un proyecto usado como estrategia para valorar el impacto ambiental por alumnos de química. *Revista Electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, 5(10), 1-14.
- Generalitat Valenciana. (2010). *Proyecto de construcción. Paseo sobre contradique del puerto de Benicarló*. Conselleria d'Infraestructures i Transport, Divisió de Ports, Aeroports i Costes.
- Katz, L.G. y Chard, S.C. (1989). *Engaging Children's Minds: The Project Approach*. Ablex.
- Maldonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14(28), 158-180.
- Martí, J.A., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158) 11-21.
- Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, E.M. y Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Educación y Educadores*, 13(1), 13-25.
- Romero, I., Pachés, M., Sebastiá, M.T. y Hernández-Crespo, C. (16-17 de julio de 2020). *Aprendizaje ambiental profundo en la UPV*. In-Red 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red, 991-1002, Universitat Politècnica de València, <https://doi.org/10.4995/INRED2020.2020.11947>
- Romero, I., Pachés, M., Sebastiá, M.T. y Hernández-Crespo, C. (8-9 de marzo de 2021) *Active methodologies for deep learning in sustainable development goals*. [Conference] Proceedings of INTED2021 5506-5513, <https://doi.org/10.21125/inted.2021>

Adaptación docente de la intensificación

Transportes y servicios urbanos

Vicent Esteban Chaparria 

Dpto. Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
vesteban@upv.es

Ignacio Villalba Sanchis 

Dpto. Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
igvilsan@upv.es

Álvaro Cuadrado Tarodo

Dpto. Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
alcuata@upv.es

1. Introducción

El módulo de tecnología específica en *Transportes y servicios urbanos* incluye las materias necesarias para adquirir las competencias específicas incluidas en este itinerario formativo. Se trata de un conjunto de materias tecnológicas específicas que facultan al estudiante para el ejercicio de la profesión de Ingeniería Técnica de Obras Públicas en la especialidad de *Transportes y servicios urbanos*. En la siguiente tabla se recogen las materias y asignaturas obligatorias que conforman dicho módulo en el plan de estudios.

Tabla 1. Materias y asignaturas obligatorias del módulo de tecnología específica en *Transportes y servicios urbanos* (Fuente: elaboración propia).

Materia	Asignatura	ECTS	Curso	Cuat.
Servicios urbanos	Equipamiento y dotación de servicios urbanos	4,5	3	B
	Sistemas y servicios urbanos de agua y residuos	6	3	B
Ingeniería del transporte	Economía y organización del transporte	7,5	3	B
	Infraestructuras de intercambio modal	6	4	A
	Ingeniería de tráfico	6	4	A
	Transporte urbano	6	4	A
Gestión urbanística	Gestión urbanística	6	3	B

Centrando el análisis en las asignaturas *Infraestructuras de intercambio modal*, *Ingeniería de tráfico* y *Transporte urbano*, del cuatrimestre A de cuarto curso, que son las que integran la experiencia desarrollada en el marco del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME), las competencias específicas del perfil del estudiante a las que dichas asignaturas contribuyen, son:

- Comprender el diseño y funcionamiento de las infraestructuras para el intercambio modal, tales como puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias y centros logísticos de transporte.
- Urbanizar el espacio público urbano y proyectar los servicios urbanos, tales como distribución de agua, saneamiento, gestión de residuos, sistemas de transporte, tráfico, iluminación, etc, conociendo la influencia de las infraestructuras en la ordenación del territorio.

Con el objeto de recabar información en relación a la opinión de los estudiantes con respecto a la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP) se elabora una encuesta para ser completada al finalizar el cuatrimestre. El cuestionario incluye cinco preguntas, en las cuales el estudiante debe seleccionar un valor entre 1 y 5 en función de la experiencia con la aplicación del ABP en las asignaturas de la intensificación en *Transportes y servicios urbanos*.

Tabla 2. Integración de las asignaturas en el aprendizaje basado en proyectos
(Fuente: elaboración propia).

Preguntas	Valoración				
	1	2	3	4	5
La asignatura me ha ayudado a plantear el estudio de soluciones del proyecto.					
La asignatura me ha ayudado a establecer los condicionantes o premisas para el diseño de la solución.					
La asignatura me ha ayudado a comprender la importancia del proceso constructivo.					
La asignatura me ha ayudado a diseñar las infraestructuras necesarias en el proyecto.					
La asignatura me ha ayudado a elaborar el proyecto					

Nota: “1” significa totalmente en desacuerdo; “2” significa en desacuerdo; “3” significa ni de acuerdo ni en desacuerdo; “4” significa de acuerdo; “5” significa totalmente de acuerdo.

En los apartados siguientes se describe cada una de las asignaturas y las actividades específicas que se han desarrollado en el marco del PIME. Así mismo, se analizan los resultados obtenidos y se valoran críticamente las limitaciones y oportunidades de la experiencia desarrollada.

Los enunciados correspondientes a las actividades desarrolladas en cada una de las asignaturas se recogen en el anejo de esta publicación.

2. Infraestructuras de intercambio modal

2.1 Descripción de la asignatura

Infraestructuras de intercambio modal es una asignatura optativa que permite a los estudiantes de Grado en Ingeniería de Obras Públicas abordar el conocimiento de los sistemas y modos de transporte, la multimodalidad y la intermodalidad.

La asignatura introduce al estudiante en el conocimiento de los diferentes sistemas de transporte, tanto de personas como de mercancías. Lo hace con un enfoque común, pero diferenciado según el modo de transporte. De esta manera, al romper la visión modal, el estudiante adquiere una competencia más actual, en la que los diferentes modos a menudo compiten entre ellos para conseguir el objetivo de satisfacer una necesidad básica de la sociedad actual, que es transportar personas y bienes, estos últimos como parte del proceso del comercio mundial.

Tras un inicio común e integrador, en el que cuando ha lugar se remarcan las similitudes, la asignatura se subdivide tratando por modo separado los transportes marítimos, terrestre – con los modos viario y ferroviario-, y aéreo. Se aborda el análisis de:

- a) La forma de presentación de las mercancías y los intereses en viajar de las personas;

- b) Los medios de transporte;
- c) La forma de manipulación de las mercancías;
- d) La disposición de los espacios para atender a los requerimientos que imponen los medios y el almacenamiento; y
- e) Las instalaciones complementarias de estas infraestructuras.

2.2 Actividades específicas desarrolladas en el marco del PIME

A lo largo del curso se ha desarrollado un trabajo tipo *portfolio* con dos entregables parciales, el primero sobre el puerto de Valencia, que sirve de elemento de comparación por cuanto configura un sistema complejo multimodal e integrado y el segundo sobre el puerto de Benicarló. El trabajo se ha desarrollado en equipos de dos estudiantes, en sesiones de prácticas de aula, exponiendo el enunciado correspondiente y empleando el tiempo restante para trabajo en el aula. La actividad ha constado de dos tareas:

- a) Tarea 1: consistente en un ejercicio teórico-práctico, en el que el estudiante toma un ejemplo de un puerto como el de Valencia, donde coexisten usos deportivos, pesqueros y comerciales —pasajeros, contenedores, granel sólido y granel líquido—. El objetivo final es que el estudiante enlace las necesidades de cada terminal y uso con el funcionamiento del *hinterland* y que analice las necesidades de intermodalidad de cada mercancía o usuario. Aunque el estudiante aún no ha visto en profundidad las tipologías de terminales, en los temas introductorios se verán los usos portuarios y a partir de ellos el estudiante será capaz de inferir las necesidades de cada terminal.
- b) Tarea 2: consistente en la aplicación concreta al caso de Benicarló y permite la comparativa con lo analizado en la tarea 1. En el puerto de Benicarló no existen necesidades o posibilidades de intermodalidad. Tratándose de un puerto ligado muy estrechamente a la realidad histórica y funcional de una población de tamaño medio (en el entorno de población de los 27 000 habitantes), resulta importante analizar los tráficos portuarios generados de vehículos y personas. Por ello, se realizará un análisis de la relación puerto-ciudad, en concreto de cómo la construcción de un paseo marítimo mejora la accesibilidad al puerto y las relaciones entre la sociedad y el entorno portuario, sin interferir o teniendo en cuenta condicionantes de los tráficos de vehículos. Además, el estudiante analizará las tipologías de atraque/amarre del puerto deportivo y pesquero, así como las instalaciones existentes en el puerto y sus usos —lonja, restauración, turísticos, etc.—.

Las actividades realizadas permiten a los estudiantes obtener información para la redacción del *anejo de antecedentes y contextualización del proyecto* que se incluyen en la memoria del proyecto del puerto de Benicarló, elaborado en *Taller de Práctica Profesional*.

2.3 Resultados

En el curso 2020/21 en esta asignatura se matricularon 4 estudiantes. El desarrollo de cualquier proyecto requiere muchas horas para comprender la situación actual, problemas existentes y posibles soluciones. En este caso, el desarrollo de un proyecto real dentro de la asignatura que se trabaja desde otras perspectivas en otras materias

ha permitido que los estudiantes avancen sustancialmente en el conocimiento global del proyecto sobre el que trabajan. Además, la visita de campo ha sido fundamental para que los estudiantes conozcan de primera mano el funcionamiento e infraestructuras del puerto de Benicarló, pero no ha permitido, por falta de tiempo, abordar análisis del entorno urbano y de su relación con el puerto.

Todo ello ha quedado patente en la solución del *portfolio* sobre el puerto de Benicarló. La implicación de los alumnos ha sido más elevada que en otras ocasiones, cuestión que se ha percibido bien en el número de consultas, planteando dudas concretas que habitualmente no surgen cuando el aprendizaje no está basado en proyectos. Los estudiantes han desarrollado mayores inquietudes y predisposición para desarrollar el *portfolio*; en definitiva, el grado de comprensión de condicionantes y procedimientos constructivos en los puertos ha sido mayor que en una situación de docencia estándar.

Las calificaciones en la asignatura han sido similares a las de años anteriores. Aunque hay que destacar la posible sobrecarga de los estudiantes a principio de curso debido a una mayor carga lectiva de algunas asignaturas condicionada por la evolución del PIME, los estudiantes han obtenido rendimientos equiparables a los de cursos anteriores. La encuesta realizada a los alumnos señala igualmente que en esta asignatura ha habido dificultades de encaje con el caso desarrollado en esta edición. Igualmente se indicó que deben mejorarse aspectos organizativos en relación con los grupos, la información proporcionada con antelación y de coordinación con otras asignaturas, pero que les ha resultado de enorme interés y beneficio este modelo de aprendizaje, especialmente por sus perspectivas más generales, prácticas e integradoras.

2.4 Conclusiones

Como conclusiones principales cabe reseñar que la asignatura tiene ciertas dificultades de encaje en la metodología de trabajo, fundamentalmente dependientes del proyecto común elegido, debido a que no siempre es posible analizar la realidad de los modos y sistemas de transporte y su operativa en algunos entornos.

En cualquier caso, se ha tenido un mayor grado de implicación y motivación de los estudiantes y resultados académicos similares a cursos anteriores.

Para superar coordinadamente algunas dificultades de la primera aproximación del aprendizaje basado en proyectos en la asignatura, parece necesario y conveniente, además de lo planificado en el curso 2020/21, mejorar la comunicación entre los profesores, en especial en relación con el proyecto que se trabaja.

3. Transporte urbano

3.1 Descripción de la asignatura

Transporte urbano es una asignatura con una carga lectiva de 6 créditos, distribuidos en 3 créditos de teoría de aula y 3 créditos de práctica de aula, informática y campo. La asignatura aborda las características básicas de la movilidad urbana de personas, de los modos de transporte público urbano, sus infraestructuras y la planificación del transporte público urbano. Mediante el estudio de los diferentes modos y soluciones de transporte, se exponen los problemas derivados de la movilidad y las soluciones tecnológicas específicas en infraestructura, vehículos y sistemas de explotación, capaces

de gestionar y atender la demanda de transporte en ámbito urbano y metropolitano bajo criterios de sostenibilidad alineados con los objetivos de desarrollo sostenible.

Con ello se pretende que el estudiante conozca la influencia de las infraestructuras en la ordenación del territorio y en la organización del espacio público urbano, con el objetivo de analizar y proponer soluciones novedosas en relación con el transporte urbano sostenible.

3.2 Actividades específicas desarrolladas en el marco del PIME

En el marco del *Proyecto de accesos, paseo marítimo e instalaciones en el contradique del puerto de Benicarló (Castellón)*, objeto de estudio del PIME, la tarea propuesta se centra en el estudio de la funcionalidad en términos de movilidad peatonal y accesibilidad del paseo sobre el contradique del puerto de Benicarló. El objetivo final es el análisis de capacidad y de nivel de servicio, que permita estimar la capacidad peatonal del tramo y comprobar su potencial ante los flujos peatonales a los que pueda servir a través de la metodología del *Highway Capacity Manual* (HCM) del National Research Council. Así, durante las semanas dedicadas al proyecto, la labor del profesor consiste fundamentalmente en el acompañamiento y tutorización de los distintos trabajos.

Para ello el trabajo propuesto se divide en tres etapas diferenciadas: (1) planificación y preparación del material y recursos de apoyo de la actividad; (2) puesta en práctica de la metodología; y (3) conclusiones y redacción del trabajo. Así pues, en la primera etapa los estudiantes estudian los itinerarios y la accesibilidad peatonal en cuanto a longitud y características, prestando atención en no omitir efectos relevantes. De esta forma, se fomenta la creatividad, para que propongan diseños que mejoren el existente, bajo ciertos criterios funcionales. Tras ello y apoyado en las sesiones prácticas, se plantean herramientas, técnicas y recursos de apoyo para poder abordar el estudio. La última etapa se culmina con la determinación del volumen peatonal en la hora punta y los factores que afectan el nivel de servicio peatonal. Con ello, el trabajo realizado permite entender los eventuales problemas de movilidad asociados al peatón y prever, en su caso, soluciones de mejora.

Las actividades realizadas permiten a los estudiantes la redacción del *anejo de capacidad del paseo* que se incluye en la memoria del proyecto del puerto de Benicarló, elaborado en *Taller de práctica profesional*.

3.3 Resultados

El número de estudiantes que han cursado la asignatura de *Transporte urbano* durante el curso 2020/21 ha sido de 7. El perfil de los estudiantes está caracterizado por poseer conocimientos generales de la ingeniería civil y poseer un interés particular por el transporte y la movilidad, especialmente en entorno urbano.

Durante la realización del proyecto se ha comprobado cómo los estudiantes estaban más motivados con respecto a cursos anteriores. Esta motivación se ha observado en un mayor número de horas de dedicación respecto de años anteriores, un mayor número de consultas y tutorías realizadas, así como por un mayor grado de detalle y profundidad en los trabajos realizados. En particular y a través de preguntas directas sobre la dedicación se ha observado que esta ha aumentado un 25 % respecto de años anteriores. Por parte del profesorado, esta metodología permite observar con

mayor eficacia en qué situación de aprendizaje se encuentra cada estudiante, los conceptos que más cuesta comprender, la problemática asociada a la disparidad de dedicación a la asignatura, así como la capacidad de crear e innovar en el diseño de soluciones urbanas bajo un mismo objetivo común.

En especial, los estudiantes destacaron la implicación de los diferentes docentes, la posibilidad de participar y crear un producto final, el hecho de recibir retroalimentaciones a sus trabajos muy completas, haber podido tomar consciencia del proceso, trabajar de forma cooperativa, así como la posibilidad de intercambiar opiniones. Durante el desarrollo del trabajo, los estudiantes fueron motivados a reflexionar sobre las repercusiones y efectos de sus decisiones, lo que permite compartir los conocimientos entre los compañeros y aprender de forma conjunta. Por lo general, los estudiantes apreciaron el hecho de trabajar a través de una metodología innovadora en comparación con los cursos y asignaturas previamente cursadas.

Por otra parte, es de destacar la posibilidad de conocer con mayor detalle la implicación y participación del estudiantado en los trabajos propuestos, la calidad de los productos, las ideas y aprendizajes adquiridos, así como las buenas calificaciones obtenidas en la prueba final. En particular, durante el curso anterior al desarrollo del PIME se obtuvo una nota media de 6,93, mientras que en el curso 2020/21 se ha visto incrementada hasta un valor de 8,01, considerándose la mejora muy significativa. En cuanto a las encuestas del profesorado, la valoración ha sido extremadamente positiva en todas las dimensiones, pasando de una valoración media de 9,5 a 10.

3.4 Conclusiones

El empleo del aprendizaje basado en proyectos ha mostrado ser una herramienta útil, eficaz y enriquecedora para los estudiantes de Grado en Ingeniería de Obras Públicas. Si bien la metodología de trabajo se alinea perfectamente con la asignatura, el ámbito de actuación sobre el que se desarrolla el trabajo no permite profundizar en toda su amplitud los conocimientos y técnicas que se imparten, siendo interesante poder ampliar la zona de estudio para facilitar el encaje de la asignatura.

Así pues, el reto planteado implica dejar de lado la enseñanza teórica y mecanizada para enfocarse en un trabajo más innovador, que plantea un enfoque más atractivo y con una mayor complejidad y transversalidad. En este sentido, los resultados de la asignatura en términos de dedicación, valoración del profesorado y notas de los alumnos han mejorado, por lo que se considera que los resultados permiten confirmar la buena acogida por parte de los estudiantes.

4. Ingeniería de tráfico

4.1. Descripción de la asignatura

Ingeniería de tráfico es una asignatura con una carga lectiva de 6 créditos, distribuidos en 3 créditos de teoría de aula y 3 créditos de práctica de aula, informática y campo. Los contenidos se estructuran en cuatro unidades temáticas: (1) seguridad vial; (2) señalización, conservación y explotación; (3) ampliación de trazado y (4) tráfico.

El objetivo principal de la asignatura se centra en profundizar en los conocimientos vinculados a la planificación y diseño de carreteras, la seguridad vial, el equipamiento y la gestión viaria.

Las competencias que debe adquirir el estudiante consisten en aprender la relación existente entre el diseño y equipamiento viario con la seguridad vial, de tal forma que se comprendan y utilicen las adecuadas estrategias de planificación y gestión viaria.

4.2. Actividades específicas desarrolladas en el marco del PIME

La integración de *Ingeniería de tráfico* en el PIME se ha basado en el desarrollo de las siguientes actividades:

- a) Los estudiantes analizan la situación actual de la intersección de acceso al puerto de Benicarló en la zona del contradique y lonja desde el punto de vista de los conductores y usuarios vulnerables como peatones o ciclistas.
- b) La visita realizada en campo se completa con visitas virtuales, mediante Google Earth, para tener un conocimiento de detalle de la problemática actual.
- c) Los estudiantes representan gráficamente diferentes soluciones de reordenación de los viales existentes, incluyendo una propuesta de señalización y balizamiento. Se les aporta para ello la cartografía de acceso al puerto de Benicarló.

Las actividades realizadas permiten a los estudiantes la elaboración de los planos de *Intersección del acceso*, que se incluyen en el documento planos del proyecto del puerto de Benicarló, elaborado en *Taller de práctica profesional*.

4.3. Resultados

En el curso 2020/21 la asignatura ha sido cursada por 5 estudiantes. Al ser un grupo muy reducido, en comparación con los estudiantes que estaban matriculados en la asignatura en cursos anteriores, los estudiantes estaban muy implicados y era más sencillo trabajar con una metodología basada en proyectos y realizar un seguimiento de las actividades desarrolladas. Los estudiantes tenían conocimientos de asignaturas de cursos anteriores que han facilitado el aprendizaje de las materias que se trataban.

Las calificaciones obtenidas por los estudiantes en los últimos años, en los que se ha mantenido el mismo procedimiento de evaluación en la parte de equipamiento y seguridad viaria se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. Calificaciones por curso académico obtenidas por los estudiantes en Ingeniería de Tráfico (Fuente: elaboración propia).

Curso	Estudiantes matriculados	Calificación
18-19	18	7,1
19-20	14	6,3
20-21	5	7,6

Los resultados académicos obtenidos respecto a cursos anteriores han sido mejores debido a la motivación de los estudiantes en encontrar soluciones adecuadas a los accesos al puerto de Benicarló con el objetivo de que la infraestructura diseñada en el contradique tuviese una funcionalidad máxima dentro de unos parámetros adecuados de seguridad vial.

Los estudiantes se han tenido que esforzar en confeccionar unos planos de proyecto con un mayor detalle que los resultados gráficos que obtenían en aplicaciones prácticas de otros cursos al formar parte de un proyecto completo con un formato determinado potenciado por *Taller de práctica profesional*.

La metodología basada en proyectos aplicada en un grupo pequeño permite adaptar la docencia al nivel de desarrollo de conocimientos de cada uno de los estudiantes. Esta metodología ha permitido ajustar la materia que inicialmente estaba prevista impartir a las necesidades del grupo de estudiantes. En algunos casos se ha llegado a profundizar más de lo que se había realizado en cursos anteriores.

4.4. Conclusiones

Esta metodología de trabajo ha permitido que el estudiante tenga un mayor conocimiento de la relación que existe entre las diferentes disciplinas de la ingeniería civil.

Los estudiantes han aprendido a trabajar de forma autónoma para aplicar los conocimientos aprendidos en aula en un proyecto. A diferencia de un ejercicio práctico específico de la asignatura, en el que se aportan los datos a los estudiantes, han tenido que recabar la información necesaria para resolver el problema planteado.

En las encuestas realizadas a los estudiantes, como era esperable, los estudiantes han indicado que al ser el primer año de aplicación de esta metodología es necesario trabajar la coordinación entre asignaturas en próximos cursos.


Para los estudiantes ha sido una forma novedosa y atractiva de adquirir los mismos conocimientos impartidos con otras técnicas, acercándoles al mundo laboral que ya tienen tan próximo.

Los resultados comparados con otros cursos han indicado que la formación ha sido adquirida de forma más eficiente.


Referencias

Generalitat Valenciana. (2010). *Proyecto de construcción. Paseo sobre contradique del puerto de Benicarló*. Conselleria d'Infraestructures i Transport, Divisió de Ports, Aeroports i Costes.


Análisis de la experiencia y retos para el futuro

Ignacio Andrés-Doménech 

ETSI de Caminos, Canales y Puertos. *Universitat Politècnica de València*
igando@hma.upv.es

Amalia Sanz Benlloch 

Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. *Universitat Politècnica de València*
asanz@upv.es

Laura Montalbán Domingo 

Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. *Universitat Politècnica de València*
laumondo@upv.es

Tatiana García Segura 


Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. *Universitat Politècnica de València*
tagarse@upv.es

Francisco J. Bayarri Cebrián

Dpto. de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
frabaceb@upv.es

Miguel Ángel Fernández Prada 

Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. *Universitat Politècnica de València*
mafernan@cst.upv.es

Jorge Molines Llodrá 

Dpto. de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
jomollo@upv.es

José B. Serón Gáñez 

Dpto. de Ingeniería del Terreno. *Universitat Politècnica de València*
jbseron@t3.upv.es

Inmaculada Romero Gil 

Dpto. de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. *Universitat Politècnica de València*
inrogi@dihma.upv.es

Vicent Benedito Durá 

Dpto. de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. *Universitat Politècnica de València*
vibedu@hma.upv.es

Vicent Esteban Chaparría 

Dpto. de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
vesteban@upv.es

Álvaro Cuadrado Tarodo

Dpto. de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
alcuata@tra.upv.es

Ignacio Villalba Sanchis 

Dpto. de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes. *Universitat Politècnica de València*
igvilsan@cam.upv.es

1. Introducción

En los capítulos anteriores se ha presentado, de forma pormenorizada, el desarrollo de la experiencia de introducción del aprendizaje basado en proyectos en el Grado en

Ingeniería de Obras Públicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de Valencia, durante el primer cuatrimestre del curso 2020/21. Concluida la experiencia, procede analizarla con objeto de poner en valor los aciertos, pero, más importante, detectar los errores para corregirlos y mejorar en el futuro.

El análisis de la experiencia que se presenta a continuación se ha llevado a cabo identificando los elementos de las cuatro dimensiones clásicas de un análisis DAFO: debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. Los elementos internos de un análisis DAFO corresponden a las fortalezas y debilidades que existen, en este caso, en el desarrollo de la experiencia, respecto a circunstancias exclusivamente internas a la misma. Por otra parte, los elementos externos son las amenazas y las oportunidades, esto es, aquellas condicionadas por el contexto que rodea el desarrollo de la experiencia.

Todos los profesores de las asignaturas implicadas en el proyecto han evaluado cada una de las componentes del análisis DAFO en el contexto de su asignatura. Se presentan en el apartado 2 de este capítulo las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades identificadas, de forma individual, por cada asignatura. El análisis concluye con una síntesis común que permita alcanzar el objetivo marcado de reconocer aciertos e identificar errores.

El capítulo finaliza con una reflexión sobre los retos para la incorporación, de una forma reglada, del Aprendizaje Basado en Proyectos en los planes de estudio de la ETSICCP de Valencia.

2. Análisis DAFO de la experiencia

El análisis DAFO es una herramienta, inicialmente desarrollada en el entorno empresarial, para diagnosticar y establecer estrategias de planificación (Pérez Capdevila, 2011). El análisis identifica, en el contexto interno y externo, los elementos positivos y negativos para la consecución de objetivos.

- a) Debilidades: elementos internos al desarrollo del proyecto que impiden o dificultan la consecución de los objetivos.
- b) Amenazas: elementos del entorno en el que se desarrolla el proyecto que impiden o dificultan la consecución de los objetivos.
- c) Fortalezas: elementos internos al desarrollo del proyecto que ayudan o favorecen a la consecución de los objetivos.
- d) Oportunidades: elementos del entorno en el que se desarrolla el proyecto que ayudan o favorecen a la consecución de los objetivos.

El análisis DAFO es una herramienta extendida en el ámbito universitario para el análisis de estrategias de planificación académica y docente. Por ejemplo, Cho y Brown (2013) realizaron el análisis DAFO sobre la implantación de nuevas metodologías docentes en la Universidad de Indiana (Estados Unidos) para identificar los desafíos a los que la institución debía hacer frente para mejorar en un enfoque sostenible de sus titulaciones. Rapp (2014) utilizó el análisis DAFO para el análisis de las dificultades y ventajas de la introducción de la gamificación en la docencia.

Se recopilan a continuación las valoraciones de cada una de las cuatro dimensiones realizadas por los profesores de las asignaturas involucradas en la experiencia. Los textos que se recogen en las Tablas 1 a 4 no han sido modificados para reflejar exactamente lo escrito en cada caso.

2.1 Debilidades

Las debilidades identificadas por asignatura, esto es, elementos internos al desarrollo del proyecto que impiden o dificultan la consecución de los objetivos se recogen en la Tabla 1. Las ideas más repetidas en el conjunto de las asignaturas se muestran en la Figura 1.

Tabla 1. Debilidades detectadas por asignatura.

Asignatura	Debilidad
Taller de práctica profesional	El trabajo en grupo y la participación activa puede generar rechazo a ciertos estudiantes. Falta de costumbre de los estudiantes a trabajar en grupos impuestos por el profesor. El estudiante no está familiarizado con la metodología ABP y tampoco está acostumbrado a nuevos métodos de aprendizaje. Falta de experiencia y formación del profesorado en la metodología ABP. Problemas de coordinación y comunicación en un grupo de profesores numeroso.
Obras marítimas	Las asignaturas se han adaptado al ABP (no diseñadas ex profeso). Sobrecarga lectiva heterogénea a lo largo del curso para cumplir entregables que nutran a la asignatura común. Desarrollo de modelos de comunicación estables y fluidos para coordinación vertical y horizontal del ABP.
Tecnología de las construcciones de hormigón	Falta de conocimiento de los estudiantes del ABP. Dificultades organizativas entre asignaturas.
Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno	Focalizar el aprendizaje en un solo aspecto, reduciéndose el aprendizaje global. Procedimiento muy sensible a la falta de coordinación.
Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos	Necesidad de coordinación entre asignaturas.
Evaluación de impacto ambiental de la I.C.	Coordinación media en las primeras fases del proyecto con la asignatura común. Coordinación inexistente con el resto de las asignaturas; son necesarias reuniones de profesores del resto de asignaturas para una mejor coordinación y que se pueda conocer en todo momento en qué fase se encuentra el proyecto completo. Dificultad de los estudiantes no matriculados en la asignatura común para integrarse con el resto de sus compañeros en el objetivo común.
Infraestructuras de intercambio modal	Las asignaturas se han adaptado al ABP (no diseñadas ex profeso). Sobrecarga lectiva heterogénea a lo largo del curso para cumplir entregables que nutran a la asignatura común. Desarrollo de modelos de comunicación estables y fluidos para coordinación vertical y horizontal del ABP.
Ingeniería de tráfico	Necesidad de reducir tiempo de otras actividades de la asignatura. La planificación de la asignatura debe adaptarse al proyecto común.
Transporte urbano	Las asignaturas se han adaptado al ABP (no diseñadas para tal fin). Sobrecarga lectiva durante las primeras semanas (6 horas/semana) y poca dedicación el resto (2 horas/semana). Necesidad de establecer canales de comunicación rápidos, eficaces e interactivos. Dificultad de adaptación del ABP en cuanto al campo de trabajo y su relación con la asignatura.

Tabla 3. Fortalezas detectadas por asignatura.

Asignatura	Fortaleza
Taller de práctica profesional	La motivación e implicación de los estudiantes cuando realizan actividades que tienen que ver con su vida profesional. La motivación e implicación del profesorado que participa. Hay buen ambiente de trabajo entre el grupo de profesores. Profesorado abierto a trabajar en un proyecto común.
Obras marítimas	Implicación elevada de los estudiantes y profesores. Buena aceptación por parte de los estudiantes. Rendimientos académicos similares a cursos anteriores. Asignatura de fácil adaptación al ABP. Estudiantes satisfechos y más críticos que en cursos anteriores gracias al mayor conocimiento del proyecto en el que trabajan.
Tecnología de las construcciones de hormigón	Motivación de los estudiantes. Interés de los estudiantes por acercarse al <i>mundo</i> del Proyecto.
Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno	Visión conjunta de las actividades de la ingeniería por parte del estudiante. Aprender haciendo (" <i>lo oí y se me olvidó, lo vi y lo entendí, lo hice y lo aprendí</i> ").
Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos	Diversidad de casos prácticos sobre los que pueden trabajar los estudiantes. Diversidad de profesores y de campos profesionales que podemos cubrir para ofrecer una formación robusta y amplia.
Evaluación de impacto ambiental de la I.C.	Motivación propia. Asignatura previamente preparada en base a ABP y docencia inversa. Actividades ya planificadas de años anteriores. Los tres estudiantes matriculados en la asignatura común tuvieron que hacer de <i>tutores</i> para sus compañeros (no matriculados en el Taller de práctica profesional), aprendiendo e interiorizando por tanto mucho más.
Infraestructuras de intercambio modal	Implicación elevada de los estudiantes y profesores. Buena aceptación por parte de los estudiantes. Rendimientos académicos similares a cursos anteriores. Asignatura con alguna dificultad de adaptación al ABP. Estudiantes satisfechos y más críticos que en cursos anteriores gracias al mayor conocimiento del proyecto en el que trabajan.
Ingeniería de tráfico	La docencia impartida en la asignatura puede incluirse en un proyecto multidisciplinar. Los alumnos pueden trabajar de forma autónoma fuera del aula.
Transporte urbano	Mayor implicación y motivación de los alumnos. Mejora del rendimiento y seguimiento de la asignatura respecto a años anteriores. Estudiantes más comprometidos con los trabajos al formar parte de un proyecto conectado con la realidad y otras asignaturas.

Las fortalezas giran, igualmente, sobre los estudiantes. La experiencia ha conseguido altas tasas de motivación e implicación por parte de los estudiantes, lo cual redundará en un mejor aprovechamiento del proceso enseñanza-aprendizaje, incluso, en algunos casos, en una mejora significativa de los resultados académicos. El desarrollo del proyecto ha puesto de manifiesto que, cuando el estudiante se siente directamente interpelado en el desarrollo de las asignaturas, su motivación hacia los objetivos, en este caso, comunes, aumenta. Cuando, además, estos proyectos suponen retos amplios para que los estudiantes tengan grados de libertad, se puede conseguir aumentar esta motivación e implicación.

Asignatura	Oportunidades
Ingeniería de tráfico	El enfoque supone una aplicación práctica de conocimientos de la asignatura. Los estudiantes tienen una visión más real de cómo se integran las distintas disciplinas en un proyecto.
Transporte urbano	La movilidad peatonal es un factor importante en la situación real que vivimos tras la pandemia. El ABP es una línea de aprendizaje novedosa y con gran capacidad para fomentar el aprendizaje autónomo de los alumnos. El gran desarrollo profesional de los ingenieros civiles permite que el ABP tenga muchas aplicaciones, objetivos, casos de estudio, etc.



Figura 4. Nube de palabras del análisis de oportunidades.

Las oportunidades destacan las ventajas que la incorporación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos puede suponer en el proceso enseñanza-aprendizaje. Se destaca igualmente el papel impulsor, en este caso de la escuela, que ha apostado decididamente por esta experiencia piloto. El contexto de una escuela que apueste por el ABP aparece como una gran oportunidad para su implantación futura en los planes de estudio. Además, la posibilidad de poder desarrollar, de forma integrada, proyectos multidisciplinares es una realidad en el contexto de la ingeniería civil.

2.5 Síntesis

Las ideas vertidas en los epígrafes anteriores se sintetizan a continuación (Figura 5) para destacar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que reflejan errores, aciertos y oportunidades de futuro para la continuidad del aprendizaje basado en proyectos en la ETSICCP de Valencia.

	De origen interno	De origen externo
Puntos débiles	DEBILIDADES Problemas de coordinación entre asignaturas. El estudiante no conoce la metodología ABP. Riesgo de sobrecarga lectiva. Adaptación de un modelo docente preexistente al ABP.	AMENAZAS Condicionantes preexistentes del plan de estudios. Heterogeneidad y baja matrícula de estudiantes.
Puntos fuertes	FORTALEZAS Motivación e implicación de los estudiantes. Motivación e implicación del profesorado. Visión integrada y multidisciplinar del proyecto.	OPORTUNIDADES Evolución de los planes de estudio vigentes a nuevos contextos. El desarrollo de estas iniciativas promueve la coordinación docente entre asignaturas. El contexto de la Ingeniería Civil es muy adecuado para el desarrollo de las propuestas docentes basadas en el ABP. La Dirección del Centro apuesta de forma decidida por el ABP.

Figura 5. Síntesis del análisis DAFO.

Como ya ocurre en otras escuelas, las oportunidades para los estudiantes son claras: aumento de la motivación, trabajo en equipo, integración de disciplinas, etc.; no obstante, existe la amenaza de no dimensionar correctamente las actividades propuestas y generar un sobreesfuerzo desmesurado. Por otra parte, deberá trabajarse la motivación inicial para evitar el desánimo y, en consecuencia, el absentismo que supondría el fracaso del proyecto.

Desde el punto de vista del profesorado, la motivación detectada desde el primer momento compensa con creces las posibles amenazas o debilidades que, por el momento, no han aparecido. El profesor va a tener que aprender a coordinarse con sus compañeros de curso, cuestión que, con el modelo tradicional, ocurre sólo anecdóticamente.

Desde el punto de vista institucional, el apoyo e impulso del proyecto por parte de la Escuela aparece como un elemento decisivo para su desarrollo con ciertas garantías de éxito.

3. Retos para la incorporación del ABP en los planes de estudio de la ETSICCP de Valencia

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universitat Politècnica de València se encuentra inmersa desde el curso 2020/21 en la actualización de su oferta formativa. Dicha actualización contempla la modificación de los planes de estudio en vigor y la propuesta de nuevas titulaciones que completen la oferta académica de la Escuela. Este contexto es idóneo para contemplar, desde la concepción de estas titulaciones, la incorporación de metodologías de enseñanza-aprendizaje como el aprendizaje basado en proyectos.

Una de las amenazas identificadas en la experiencia piloto desarrollada en el marco del proyecto de innovación y mejora educativa *Incorporación del aprendizaje basado en proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas* ha sido precisamente lo complicado de reformular el esquema docente cuando en la concepción de este no se previó el empleo decidido de metodologías activas de aprendizaje. Sin embargo, el hacerlo desde la etapa de elaboración de la titulación permite anticiparse a los

obstáculos que han sido también identificados en lo que se refiere a la definición de la planificación de las enseñanzas.

La experiencia desarrollada en la que la asignatura *Taller de práctica profesional* ha ejercido la coordinación del proyecto común multidisciplinar, nutriéndose de lo realizado parcialmente en otras 9 asignaturas, pone de manifiesto que el esquema de actividad planteado funciona correctamente, con un amplio margen de mejora tras los errores y oportunidades identificados. Este esquema es replicable en distintas duraciones temporales, e incluso, podría concatenar diversos proyectos, o etapas de un mismo proyecto a lo largo de cuatrimestres sucesivos.

De forma flexible, la ETSICCP está en condiciones de adoptar el siguiente esquema de planificación para el desarrollo de proyectos multidisciplinarios en sus titulaciones bajo el paraguas del aprendizaje basado en proyectos. El proyecto multidisciplinar se podrá articular a lo largo de un curso completo o de un cuatrimestre. En cada caso, se identificará, según la temática del proyecto multidisciplinar (que podrá variar de año en año), la asignatura más adecuada para hacer de núcleo común y coordinador del proyecto, de forma que, el resto de las asignaturas coetáneas (en el curso o cuatrimestre de desarrollo del proyecto multidisciplinar) orbitarán alrededor de esta nutriéndola de lo necesario, en cada caso, para el desarrollo completo del proyecto.

En la Figura 6 se representa una posibilidad de planificación de las enseñanzas donde se han definido dos proyectos multidisciplinarios en los cursos segundo y tercero. Así, deberían escogerse, en cada curso, dos asignaturas, una de cada cuatrimestre (o, alternativamente una asignatura anual en cada curso), que ejercieran la coordinación del proyecto común y el resto de las asignaturas, serían las *asignaturas-satélite*. Las asignaturas coordinadoras centrarían la práctica totalidad de su modelo de enseñanza-aprendizaje y evaluación, en el aprendizaje basado en proyectos. Por su parte, el resto de asignaturas lo podrían hacer en unas horquillas mucho más variables, dependiendo de su grado de participación en el proyecto multidisciplinar.



Figura 6. Ejemplo de incorporación del proyecto multidisciplinar en una titulación de grado.

Esta versatilidad exige una coordinación que deberá ser liderada por el director académico del título y el coordinador de curso en cada caso, con el apoyo de la dirección del centro. Pero, por otra parte, ofrece la flexibilidad de adaptar, cada curso académico, el proyecto a una realidad diferente, enriqueciendo, de este modo, la oferta formativa. La experiencia reciente adquirida, por la ETSICCP en la implementación de esta metodología de aprendizaje, demuestra que se potencia la coordinación entre asignaturas y se alcanza una mayor integración e interrelación de competencias específicas, y, sobre todo, permite al estudiante reforzar la consecución de competencias transversales implícitas en un planteamiento multidisciplinar.

Este planteamiento constituye, sin duda, un cambio de paradigma en el proceso tradicional de enseñanza-aprendizaje. No puede decirse, por el contrario, que sea innovador, pues son muchas las universidades en todo el mundo que lo aplican desde hace décadas. Pero también es cierto que hacerlo en el contexto universitario español, con grandes rigideces derivadas del sistema de verificación-acreditación de títulos, plantea retos, todavía mayores cuando se pretende hacerlo en titulaciones habilitantes sujetas a restricciones legales y, por tanto, con muchos menos grados de libertad.

La ETSICCP de Valencia va a apostar por el aprendizaje basado en proyectos y otras metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, en la modificación en curso de sus planes de estudio y en el diseño de las nuevas titulaciones que completarán su oferta formativa. La experiencia desarrollada durante el curso 2020/21 demuestra que, tanto para los estudiantes como para los profesores, son muchas más las ventajas que los inconvenientes. El contexto de la ingeniería civil es idóneo para el desarrollo de estos proyectos integrados multidisciplinares que acercan al estudiante a la práctica profesional del ingeniero. Queda, por tanto, aprovechar la inercia de esta experiencia piloto y evolucionar hacia modelos de enseñanza-aprendizaje que, compatibles con los tradicionales, enriquecen la adquisición de competencias y mejoran la preparación de los estudiantes para enfrentarse a los proyectos reales que deberán afrontar en su vida profesional.

Referencias

- Andrés Doménech, I.; Sanz Benloch, MA.; Pellicer Armiñana, E.; Gómez Martín, ME.; Ruiz Sánchez, T. (11-13 noviembre 2020). *Incorporación del Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas: contexto, limitaciones y oportunidades* [Presentación en papel] International Conference on Innovation, Documentation and Education INNODOCT, Valencia, España. <https://doi.org/10.4995/INN2020.2020.11825>
- Capdevila, Javier Pérez (2011). Óbito y resurrección del análisis DAFO. *Avanzada Científica* 14(2), 1-11.
- Cho, Y. and Brown, C. (2013), Project-based learning in education: integrating business needs and student learning, *European Journal of Training and Development* 37(8), 744-765. <https://doi.org/10.1108/EJTD-01-2013-0006>
- Rapp A. (19-23 July 2014). *A SWOT Analysis of the Gamification Practices: Challenges, Open Issues and Future Perspectives* [Conference paper]. 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE, Kraków, Poland. <https://www.academia.edu/download/39248589/AHFE2014.pdf>

Este anexo recopila los enunciados de las distintas actividades que, en el marco de cada asignatura, se han desarrollado para llevar a cabo el proyecto común en el puerto de Benicarló.

A1. Taller de práctica profesional

ENUNCIADO DEL CASO

Por resolución de fecha 14 de septiembre de 2020 del Conseller de Política Territorial, Obras Públicas y Movilidad se acordó la adjudicación provisional a la empresa “GIOP_2020, S.L.” de la prestación del servicio de “Redacción proyecto de accesos, paseo marítimo e instalaciones en el contradique del puerto de Benicarló.”

Por ello, se os encarga la redacción del proyecto y se os proporciona el Pliego de Bases de la licitación del contrato.

SE PIDE

Diseñar la mejor solución y elaborar los siguientes documentos del proyecto de acuerdo al pliego de bases adjunto.

1. DOCUMENTO pdf con el siguiente contenido mínimo del proyecto:

- Portada.
- Índice general.
- Documento nº 1. Memoria.

Definir el índice.

Redactar la memoria (máximo 10-15 páginas).

Redactar los siguientes anejos:

- Anejo de antecedentes y contextualización del proyecto (*Infraestructuras de intercambio modal*).
- Anejo de estado actual y reportaje fotográfico. (visita al puerto)
- Anejo de estudio de alternativas (*Taller de práctica profesional, Evaluación de Impacto ambiental de la Ingeniería Civil y Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos*).
- Anejo de estudio geotécnico (*Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno*).
- Anejo de capacidad del paseo (*Transporte urbano*).
- Anejo de características del puerto, clima marítimo y operatividad por rebases (*Obras marítimas*).
- Anejo de propuesta de indicadores ambientales para evaluar el proceso constructivo. (*Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos*).
- Anejo de informe de valoración ambiental (*Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil*).
- Anejo de gestión de residuos de construcción y demolición. (*Sistemas y servicios urbanos de agua y residuos*).
- Anejo de justificación de precios (*Taller de práctica profesional*).

- Documento nº 2. Planos.
Definir el índice.
Incluir los planos dados en el Pliego de Bases.
Definir los siguientes planos:
 - Paseo: planta, alzados generales y secciones tipo.
 - Estructura: definición geométrica y armado (Asignatura: *Tecnología de las construcciones de hormigón*).
 - Intersección de acceso (*Ingeniería del tráfico*).
- Documento nº 3. PPTP.
Definir el índice.
Desarrollar los siguientes apartados:
 - Objeto del pliego y ámbito de aplicación.
 - Documentos del proyecto.
 - Contradicciones y/o incompatibilidades entre documentos del proyecto.
 - Descripción de las obras.
 - Condiciones generales para la ejecución de las obras.
 - Prelación en la ejecución de las distintas clases o unidades de obra.
 - Plazo de garantías de las obras.
 - Proyecto de liquidación.
 - Recepción de las obras.
 - Definición de materiales, ejecución, medición y valoración de cinco unidades de obra del proyecto.
 - Definición de dos disposiciones generales, una disposición previa a la ejecución de las obras, una disposición aplicable durante la ejecución de las obras y una disposición posterior a la ejecución de las obras.
- Documento nº 4. Presupuesto
 - Mediciones.
 - Cuadros de precios.
 - Presupuesto general.

2. PRESENTACIÓN del estudio de alternativas:

- Índice.
- Objeto y antecedentes del proyecto.
- Criterios para evaluar alternativas.
- Definición de alternativas.
- Justificación y descripción de la solución adoptada.

LA EXPOSICIÓN DEL PROYECTO (ESTUDIO DE ALTERNATIVAS) SERÁ EL 1 DE DICIEMBRE EN HORARIO DE CLASE. LA ENTREGA FINAL DEL TRABAJO SERÁ EL 11 DE ENERO A TRAVÉS DE TAREAS EN POLIFORMAT Y EN FORMATO ENCUADERNADO EN A3 AL PROFESOR (VER FORMATO EN PLIEGO DE BASES).

CUESTIONARIO INICIAL

Proyecto de Innovación y Mejora Educativa: incorporación del aprendizaje basado en proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas.

Asignatura: Taller de práctica profesional

Curso: 2020/21

Nombre:

Esta encuesta no será evaluada y tu nombre se utilizará de forma anónima y codificada para efectos de seguimiento de la investigación. La información que entregues se utilizará para una investigación docente y para la mejora continua de esta asignatura. ¿Estás de acuerdo?

<input type="checkbox"/>	<i>Sí estoy de acuerdo en que se utilice la información</i>
<input type="checkbox"/>	<i>No estoy de acuerdo en que se utilice la información</i>

1. Grado de utilización de técnicas docentes en las asignaturas de GIOP

A continuación, se muestra la definición de diversas técnicas docentes:

TÉCNICAS DOCENTES	
Lección magistral participativa	Se basa en el desarrollo de la clase teórica para dar a conocer los fundamentos teóricos básicos de cada materia. Se pueden diferenciar dos tipos de lecciones magistrales: (1) la lección magistral formal que se caracteriza por la actitud pasiva del alumnado; y, (2) la lección magistral informal cuyo objeto es fomentar la participación de los estudiantes pudiendo complementar esta técnica con otros recursos didácticos.
Aprendizaje basado en casos	Integra teoría y práctica acercando el aprendizaje a situaciones reales de la vida profesional. Se basa en el estudio de una materia sobre situaciones simuladas (casos) de modo que se potencie la participación activa y la motivación del estudiante; así como que favorezca la enseñanza, el análisis y la resolución de problemas.
Aprendizaje basado en proyectos	El aprendizaje orientado a proyectos consiste en la proyección de algo concreto por parte del estudiante con la intención de solucionar una situación concreta que requiera soluciones prácticas.
Aprendizaje basado en problemas	El aprendizaje basado en problemas constituye un enfoque educativo en el que los estudiantes, partiendo de problemas reales (numéricos y/o teóricos), aprenden a buscar la información necesaria para comprender dichos problemas y obtener soluciones; todo ello bajo la supervisión de un tutor.
Aprendizaje basado en juegos	Técnica didáctica en la que se utilizan juegos, ya creados o inventados para la ocasión, con el fin de poder aprender a través de ellos. Así, el juego se convierte en vehículo para afianzar conceptos.

Por favor, indica el grado de utilización de estas técnicas docentes en las asignaturas que has cursado en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas (GIOP), donde:

- "1" significa que nunca la has utilizado.
- "2" significa que la has utilizado en alguna asignatura.
- "3" significa que la has utilizado en la mitad de asignaturas.
- "4" significa que la has utilizado en prácticamente todas las asignaturas.
- "5" significa que la has utilizado en todas las asignaturas.

TÉCNICAS DOCENTES	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					

2. Conocimiento sobre la metodología aprendizaje basado en proyectos (ABP)

Selecciona aquella/s respuestas correctas respecto al aprendizaje basado en proyectos (ABP) (puede haber varias respuestas correctas):

- El ABP enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante para la cual se demanda una solución concreta.
- El ABP es una técnica de aprendizaje pasiva en la que el profesor es el protagonista del aprendizaje.
- El ABP es una metodología cuyo objetivo es adquirir conocimientos y trabajar competencias clave en el siglo XXI mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real.
- En la ABP solo importa el desarrollo, no el producto final.
- El ABP busca fomentar el trabajo en equipos multidisciplinares.

3. Ventajas de las técnicas docentes para conseguir destrezas o habilidades

Selecciona un valor entre 1 y 5 en función de la idoneidad de las técnicas docentes para conseguir las destrezas o habilidades siguientes, donde:

- "1" significa totalmente en desacuerdo.
- "2" significa en desacuerdo.
- "3" significa ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- "4" significa de acuerdo.
- "5" significa totalmente de acuerdo.

Ayuda a adquirir los conocimientos en la materia	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a ver la aplicación práctica de la teoría	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a mejorar el análisis de problemas de ingeniería civil	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a desarrollar un pensamiento crítico	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a diseñar una solución hasta concretarla en un proyecto	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a trabajar en equipo	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a establecer las bases para una correcta toma de decisiones	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a integrar en un mismo problema distintas disciplinas	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					

4. Expectativas del aprendizaje basado en proyectos (ABP)

Selecciona un valor entre 1 y 5 en función de tus expectativas con la aplicación del aprendizaje basado en proyectos en la asignatura Taller de Práctica Profesional, donde:

- "1" significa totalmente en desacuerdo.
- "2" significa en desacuerdo.
- "3" significa ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- "4" significa de acuerdo.
- "5" significa totalmente de acuerdo.

Aprendizaje basado en proyectos	1	2	3	4	5
Me va a ayudar a entender el proceso proyecto-construcción					
Me va a ayudar a entender el proceso de desarrollo de un proyecto constructivo					
Me va a ayudar a reflexionar sobre la complejidad de desarrollar un proyecto que se ajuste a las limitaciones y demandas del promotor					

CUESTIONARIO FINAL

Proyecto de Innovación y Mejora Educativa: Incorporación del aprendizaje basado en proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas.

Asignatura: Taller de Práctica Profesional

Curso: 2020/2021

Nombre:

Esta encuesta no será evaluada y tu nombre se utilizará de forma anónima y codificada para efectos de seguimiento de la investigación. La información que entregues se utilizará para una investigación docente y para la mejora continua de esta asignatura. ¿Estás de acuerdo?

<input type="checkbox"/>	<i>Sí estoy de acuerdo en que se utilice la información</i>
<input type="checkbox"/>	<i>No estoy de acuerdo en que se utilice la información</i>

1. Ventajas de las técnicas docentes para conseguir destrezas o habilidades

Selecciona un valor entre 1 y 5 en función de la idoneidad de las técnicas docentes para conseguir las destrezas o habilidades siguientes, donde:

- "1" significa totalmente en desacuerdo.
- "2" significa en desacuerdo.
- "3" significa ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- "4" significa de acuerdo.
- "5" significa totalmente de acuerdo.

Ayuda a adquirir los conocimientos en la materia	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a ver la aplicación práctica de la teoría	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a mejorar el análisis de problemas de ingeniería civil	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					

Ayuda a desarrollar un pensamiento crítico	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a diseñar una solución hasta concretarla en un proyecto	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a trabajar en equipo	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a establecer las bases para una correcta toma de decisiones	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					
Ayuda a integrar en un mismo problema distintas disciplinas	1	2	3	4	5
Lección magistral participativa					
Aprendizaje basado en casos					
Aprendizaje basado en proyectos					
Aprendizaje basado en problemas					
Aprendizaje basado en juegos					

2. Resultados del aprendizaje basado en proyectos

Selecciona un valor entre 1 y 5 en función de tu experiencia con la aplicación del aprendizaje basado en proyectos en la asignatura Taller de Práctica Profesional, donde:

- “1” significa totalmente en desacuerdo.
- “2” significa en desacuerdo.
- “3” significa ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- “4” significa de acuerdo.
- “5” significa totalmente de acuerdo.

Aprendizaje basado en proyectos	1	2	3	4	5
Me ha ayudado a entender el proceso proyecto-construcción					
Me ha ayudado a entender el proceso de desarrollo de un proyecto constructivo					
Me ha ayudado a reflexionar sobre la complejidad de desarrollar un proyecto que se ajuste a las limitaciones y demandas del promotor					

3. Integración de la asignatura Taller de práctica profesional en el aprendizaje basado en proyectos.

Selecciona un valor entre 1 y 5 en función de tu experiencia con la aplicación del aprendizaje basado en proyectos en la asignatura Taller de Práctica Profesional, donde:

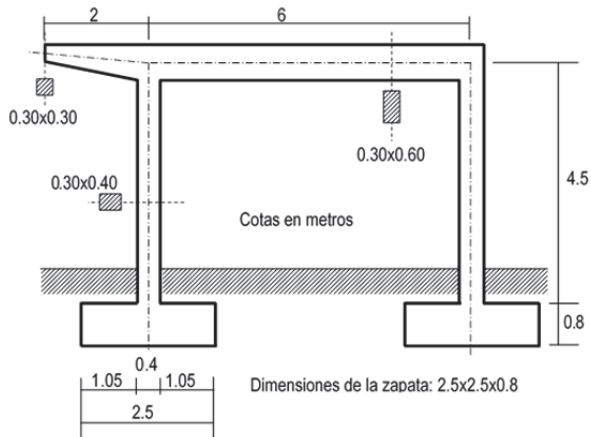
- “1” significa totalmente en desacuerdo.
- “2” significa en desacuerdo.
- “3” significa ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- “4” significa de acuerdo.
- “5” significa totalmente de acuerdo.

	La asignatura me ha ayudado a establecer los condicionantes o premisas para el diseño de la solución				
	1	2	3	4	5
12555 Taller de práctica profesional					
	La asignatura me ha ayudado a diseñar las infraestructuras necesarias en el proyecto				
	1	2	3	4	5
12555 Taller de práctica profesional					
	La asignatura me ha ayudado a comprender la importancia del proceso constructivo				
	1	2	3	4	5
12555 Taller de práctica profesional					
	La asignatura me ha ayudado a elaborar el proyecto				
	1	2	3	4	5
12555 Taller de práctica profesional					
	La asignatura me ha ayudado a plantear el estudio de soluciones del proyecto				
	1	2	3	4	5
12555 Taller de práctica profesional					

4. Escribe, en dos o tres frases, tu valoración personal de la experiencia docente desarrollada durante este primer cuatrimestre con la aplicación del “aprendizaje basado en proyectos”.

A2. Tecnología de las construcciones de hormigón

Como parte de las obras correspondiente a un paseo marítimo en Benicarló, se proyecta el pórtico que se indica en la figura, con un inter-eje entre pórticos de 6 m.



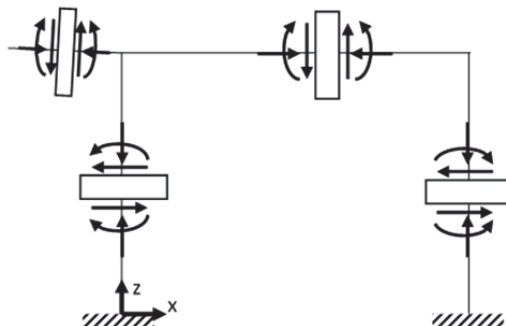
La estructura se fabrica in situ con hormigón C30/37, acero de f_{yk} 500 MPa y control de ejecución intenso. La vida útil de la estructura es de 100 años.

Como resultado del cálculo se han obtenido los esfuerzos y las armaduras que aparecen en las tablas de la siguiente hoja.

La armadura total a disponer en la zapata (incluyendo los mínimos) es:

- Longitudinal: $28,24 \text{ cm}^2$
- Transversal: $19,45 \text{ cm}^2$

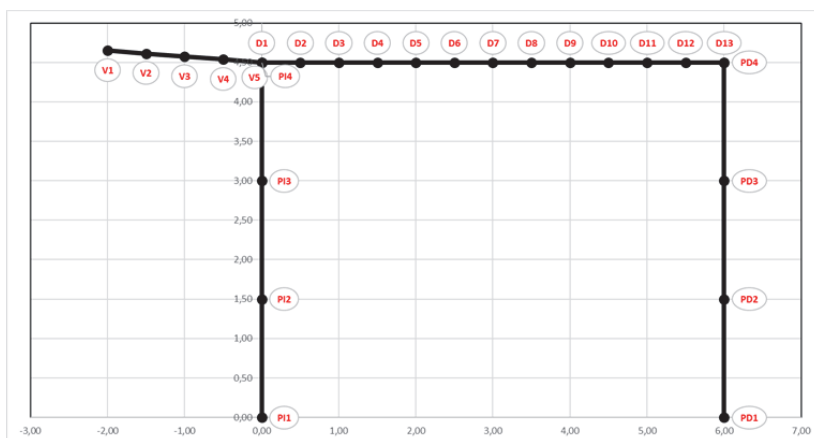
En la siguiente figura se indican los criterios positivos de signos fijados para los esfuerzos y el origen del sistema de coordenadas.



Se pide:

1. Obtener las cuantías de armado mínimo justificando los cálculos en el anejo.
2. Diseñar el armado de la estructura y definir dicho armado mediante los planos y croquis necesarios para el proyecto. Justificar en el anejo las longitudes de anclaje y empalme necesarias.
3. Elaborar el cuadro de despiece y medición de armado y la medición de hormigón.

Las secciones consideradas para el cálculo son las siguientes.



Los esfuerzos de diseño se indican en la siguiente tabla, para cada uno de los casos de carga considerados:

Voladizo	Secc.	x	z	N_max		N_min		M_max		M_min		V_max			V_min			
				N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	V	N	M	V	
1	-2,000	4,650	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,500	4,613	0,00	-4,81	0,00	-4,81	0,00	-4,81	0,00	-12,11	0,00	-12,11	48,51	0,00	-4,81	19,27		
3	-1,000	4,575	0,00	-19,31	0,00	-19,31	0,00	-19,31	0,00	-48,57	0,00	-48,57	97,40	0,00	-19,31	38,81		
4	-0,500	4,538	0,00	-43,66	0,00	-43,66	0,00	-43,66	0,00	-109,57	0,00	-109,57	146,67	0,00	-43,66	58,64		
5	0,000	4,500	0,00	-78,00	0,00	-78,00	0,00	-78,00	0,00	-195,30	0,00	-195,30	196,31	0,00	-78,00	78,75		

Dintel	Secc.	x	z	N_max		N_min		M_max		M_min		V_max			V_min			
				N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	V	N	M	V	
1	0,000	4,500	36,55	-207,76	5,74	-177,12	12,36	-109,76	29,93	-275,12	12,36	-109,76	-133,23	29,93	-148,18	-328,93		
2	0,500	4,500	36,55	-62,79	5,74	-108,53	32,22	-45,92	10,06	-125,40	12,36	-48,21	-112,98	29,93	-65,08	-279,09		
3	1,000	4,500	36,55	57,26	5,74	-50,07	32,84	57,36	9,45	-50,17	12,36	3,22	-92,73	29,93	4,35	-229,26		
4	1,500	4,500	36,55	152,39	5,74	-1,73	36,55	152,39	5,74	-1,73	12,36	44,52	-72,48	29,93	60,10	-179,42		
5	2,000	4,500	36,55	222,60	5,74	36,49	36,55	222,60	5,74	36,49	12,36	75,70	-52,23	29,93	102,19	-129,58		
6	2,500	4,500	36,55	267,90	5,74	64,57	36,55	267,90	5,74	64,57	12,36	96,75	-31,98	29,93	130,61	-79,74		
7	3,000	4,500	36,55	288,27	5,74	82,54	36,55	288,27	5,74	82,54	12,36	107,67	-11,73	10,06	145,36	-29,91		
8	3,500	4,500	36,55	283,73	5,74	90,37	36,55	283,73	5,74	90,37	36,55	283,73	34,01	5,74	108,48	-5,55		
9	4,000	4,500	36,55	254,27	5,74	88,09	36,55	254,27	5,74	88,09	36,55	254,27	83,84	5,74	99,15	14,70		
10	4,500	4,500	36,55	199,89	5,74	75,68	36,55	199,89	5,74	75,68	36,55	199,89	133,68	5,74	79,70	34,95		
11	5,000	4,500	36,55	120,59	5,74	53,14	29,93	123,60	12,36	50,13	36,55	120,59	183,52	5,74	50,13	55,20		
12	5,500	4,500	36,55	16,37	5,74	20,48	29,93	26,42	12,36	10,43	36,55	16,37	233,36	5,74	10,43	75,45		
13	6,000	4,500	36,55	-112,77	5,74	-22,31	5,74	-22,31	36,55	-112,77	36,55	-112,77	283,19	5,74	-39,39	95,70		

Pilar I	Secc.	x	z	N_max		N_min		M_max		M_min		V_max			V_min			
				N	M	N	M	N	M	N	M	V	N	M	V			
4	0,000	4,500	-83,87	204,88	-34,76	300,44	-12,12	411,59	-106,51	411,59	-106,51	36,55	300,44	-34,76	5,74	-83,87		
3	0,000	3,000	-38,98	209,38	-16,22	304,94	-3,51	417,67	-51,69	417,67	-51,69	36,55	304,94	-16,22	5,74	-38,98		
2	0,000	1,500	5,91	213,88	2,32	384,30	5,91	213,88	2,32	423,74	3,13	36,55	309,44	2,32	5,74	5,91		
1	0,000	0,000	50,80	218,38	20,86	429,82	57,95	313,94	13,70	429,82	57,95	36,55	313,94	20,86	5,74	50,80		

Pilar D	Secc.	x	z	N_max		N_min		M_max		M_min		V_max			V_min			
				N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	V	N	M	V	
4	6,000	4,500	292,77	-112,77	111,31	-22,31	111,31	-22,31	292,77	-112,77	111,31	-22,31	-5,74	292,77	-53,18	-36,55		
3	6,000	3,000	298,85	-57,95	115,81	-13,70	115,81	-13,70	298,85	-57,95	115,81	-13,70	-5,74	298,85	-28,15	-36,55		
2	6,000	1,500	304,92	-3,13	120,31	-5,10	125,87	-2,32	164,36	-5,91	120,31	-5,10	-5,74	304,92	-3,13	-36,55		
1	6,000	0,000	311,00	51,69	124,81	3,51	311,00	51,69	124,81	3,51	124,81	3,51	-5,74	311,00	21,90	-36,55		

Las armaduras estrictamente necesarias son las que se indican en las siguientes tablas:

VOLADIZO	Sección	x (m)	z (m)	h(m)	b(m)	As,nec (cm2)		A_st,nec (cm2/m)
						Sup	inf	
	1	-2,000	4,650	0,300	0,300	0,00	0,00	0,00
	2	-1,500	4,613	0,375	0,300	0,88	0,00	1,18
	3	-1,000	4,575	0,450	0,300	2,91	0,00	3,95
	4	-0,500	4,538	0,525	0,300	5,60	0,00	5,64
	5	0,000	4,500	0,600	0,300	8,75	0,00	6,74

DINTEL	Sección	x	z	h(m)	b(m)	Sup	inf	
	1	0,000	4,500	0,600	0,300	12,36	0,00	13,10
	2	0,500	4,500	0,600	0,300	5,37	0,00	11,45
	3	1,000	4,500	0,600	0,300	2,07	2,06	8,96
	4	1,500	4,500	0,600	0,300	0,00	6,31	6,21
	5	2,000	4,500	0,600	0,300	0,00	9,67	3,22
	6	2,500	4,500	0,600	0,300	0,00	11,93	0,44
	7	3,000	4,500	0,600	0,300	0,00	12,97	0,00
	8	3,500	4,500	0,600	0,300	0,00	12,74	0,00
	9	4,000	4,500	0,600	0,300	0,00	11,24	0,72
	10	4,500	4,500	0,600	0,300	0,00	8,56	3,57
	11	5,000	4,500	0,600	0,300	0,00	5,06	6,63
	12	5,500	4,500	0,600	0,300	0,00	0,80	9,17
	13	6,000	4,500	0,600	0,300	4,48	0,00	11,71

PILAR I	Sección	x	z	h(m)	b(m)	Int.	Ext.	A_st,nec
	4	0,000	4,500	0,400	0,300	0,00	3,33	0,28
	3	0,000	3,000	0,400	0,300	0,00	0,00	0,28
	2	0,000	1,500	0,400	0,300	0,00	0,00	0,28
	1	0,000	0,000	0,400	0,300	0,00	0,00	0,28

PILAR D	Sección	x	z	h(m)	b(m)	Int.	Ext.	A_st,nec
	4	6,000	4,500	0,400	0,300	0,00	5,08	0,28
	3	6,000	3,000	0,400	0,300	0,00	0,44	0,28
	2	6,000	1,500	0,400	0,300	0,00	0,00	0,28
	1	6,000	0,000	0,400	0,300	0,00	0,00	0,28

Nota: para el dimensionamiento de la armadura de cortante se ha supuesto un ángulo de inclinación de las bielas de 45 grados.

A3. Obras marítimas

A3.1 Descripción del puerto

Introducción

El puerto es un conjunto de elementos físicos sobre los que se desarrolla una serie de actividades de carácter económico relacionadas con el transporte marítimo y terrestre. Se han analizado diferentes características de los puertos, su organización, clasificación, ordenación, usuarios, servicios, operaciones, etc.

Se plantea para el puerto de Benicarló la obtención de información descriptiva necesaria que permita conocer sus diferentes características, así como las de las obras e instalaciones existentes, tanto marítimas como terrestres.

Desarrollo del trabajo

El trabajo se desarrollará en el equipo correspondiente, iniciándose en clase y completándose con posterioridad. En relación con el puerto de Benicarló se deberá buscar información geográfica, características, usos, documentación gráfica, datos característicos de sus actividades, etc., y consecuentemente analizar:

- Localización.
- Descripción general.
- Titularidad y gestión.
- Áreas de influencia.
- Usos y tráficos.
- Instalaciones y equipamientos.

Objetivos docentes

- Practicar y desarrollar la capacidad de búsqueda de información técnica y científica.
- Analizar la presentación de la información técnica: estructura, identificación e información de los autores, desarrollo metodológico, conclusiones, referencias...
- Familiarización con la presentación actual de contenidos técnicos a nivel nacional e internacional.
- Comprensión del enfoque y carácter multidisciplinar de las actividades referidas y de la necesidad de integración de equipos en el desarrollo de la ingeniería civil.
- Desarrollar la comprensión técnica de procesos complejos, así como del lenguaje técnico asociado a la materia.
- Desarrollar la capacidad de síntesis y ordenación de la información técnica.
- Aprender a desarrollar la capacidad de síntesis de información en un informe de carácter técnico.
- Estructurar y elaborar la comunicación de la información de manera sintética y efectiva.
- Formular juicios y valoraciones propias.

A3.2 Clima marítimo

Introducción

En la concepción, proceso de diseño y construcción de obras las solicitudes y el comportamiento de las estructuras son cuestiones esenciales. Para determinar con precisión las solicitudes a considerar es muy importante la definición del clima marítimo, que deberá incluir el estudio y la definición de vientos, ondas largas, etc. Así pues, la descripción del oleaje y los niveles del mar son fundamentales para comprender la metodología general de diseño y construcción de obras marítimas.

Puertos del Estado ha desarrollado y mantiene sistemas de medida y previsión del medio marino con el objetivo fundamental de proporcionar al Sistema Portuario Español los datos océano-meteorológicos imprescindibles para su diseño y explotación, lo que permite reducir los costes y aumentar la eficiencia, sostenibilidad y seguridad de las operaciones portuarias. El sistema consta de redes de medida (boyas, mareógrafos y radares de alta frecuencia), servicios de predicción (oleaje, nivel del mar, corrientes y temperatura del agua) y de conjuntos climáticos, etc., que describen tanto el clima marítimo en la actualidad como sus escenarios de cambio en el siglo XXI.

La información batimétrica de un puerto es también información básica que sirve para la elaboración de proyectos, la ejecución de obras, etc. Navionics es una empresa líder mundial en cartas náuticas electrónicas, con información gratuita en línea a través de *webapp.navionics.com*

En esta parte del caso práctico se plantea, para el puerto de Benicarló, la obtención de la información oceanográfica, esto es de clima marítimo, que permita conocer las condiciones a las que están sometidas las obras e instalaciones del puerto. Dichas solicitudes son las que hay que considerar en el diseño, construcción y operación de las correspondientes obras e instalaciones marítimas y portuarias. En este sentido es también importante tener la información relativa a la batimetría del puerto.

Desarrollo del trabajo

El trabajo se desarrollará en el equipo correspondiente, iniciándose en clase y completándose con posterioridad. En relación con el puerto de Benicarló se deberá buscar información sobre las redes de medida y predicciones, así como los datos batimétricos locales, y consecuentemente analizar:

- Fuentes de información disponibles.
- Clima marítimo general.
- Análisis de datos (oleaje: regímenes medio y extremal, datos en tiempo real y predicción; niveles del mar: ceros/referencias, registros y predicción).
- Clima marítimo a pie de dique.
- Evaluación del rebase.
- Batimetría y señalización marítima.
- Otros.

Objetivos docentes

- Practicar y desarrollar la capacidad de búsqueda de información técnica y científica.
- Analizar la presentación de la información técnica: estructura, identificación e información de los autores, desarrollo metodológico, conclusiones, referencias...
- Familiarización con la presentación actual de la información técnica.
- Comprensión del enfoque y carácter multidisciplinar de las actividades referidas y de la necesidad de integración de equipos en el desarrollo de la ingeniería civil.
- Desarrollar la comprensión técnica de procesos complejos, así como del lenguaje técnico asociado a la materia.
- Desarrollar la capacidad de síntesis y ordenación de la información técnica.
- Aprender a desarrollar la capacidad de síntesis de información en un informe de carácter técnico.
- Estructurar y elaborar la comunicación de la información de manera sintética y efectiva.

A3.3 Obras de abrigo y atraque

Introducción

Las obras de abrigo en los puertos son las que generan protección frente a la acción del oleaje a las distintas áreas e instalaciones, buques, zonas de accesos, zonas de maniobra y sobre el conjunto de obras y servicios interiores. De otra parte las obras de atraque son imprescindibles para cumplir las funciones de contacto del buque con tierra, lo que permite la transferencia de personas y mercancías, crean superficie de paso para la mercancía y zona terminal de sistemas de transporte tanto terrestre como marítimo y de almacenamiento de mercancías. Las características de las obras de abrigo y atraque dependen de condiciones varias de entorno, diseño y operación, así como del uso y destino al que se dedican en el caso de las de atraque. Estas obras son esenciales para el funcionamiento de los puertos y constituyen perspectivas clave en la ingeniería marítima.

Se plantea para el puerto correspondiente la obtención de información descriptiva necesaria que permita conocer las diferentes características de las obras de abrigo y atraque existentes, tanto desde el punto de vista tipológico como de ubicación, condiciones marítimas y constructivas a las que están y estuvieron sujetas, etc...

Desarrollo del trabajo

El trabajo se desarrollará en el equipo correspondiente, iniciándose en clase y completándose con posterioridad. En relación con el puerto de Benicarló se deberá buscar información relativa a las obras de abrigo y atraque existentes, en lo que se refiere a las diferentes ubicaciones, trazados, geometrías, secciones, tipos, etc.

En este caso el estudio se centrará especialmente en el contradique del puerto de Benicarló, donde se plantea el diseño y proyecto constructivo del paseo marítimo que sirve para poder trabajar conjuntamente el proyecto formativo en el que se han definido actividades proyectuales compartidas entre varias asignaturas y en el que el nexo común entre todas las asignaturas implicadas es la asignatura *Taller de práctica profesional*.

Por ello, en esta parte del caso práctico se estudiarán las cotas de coronación del paseo, para emplear los datos de clima marítimo del CPG 2 y estudiar los eventos de rebase sobre el paseo. Se trabajará sobre el procedimiento constructivo del paseo.

Consecuentemente se deberá analizar:

- Obras de abrigo y atraque existentes.
- Características.
- Características de diseño.
- Condiciones constructivas habidas durante su ejecución.
- Posibles averías registradas.
- Condiciones para el diseño del paseo.
- Condicionantes constructivos del paseo.

Objetivos docentes

- Analizar los tipos de obras marítimas existentes.
- Describir sus características de ubicación, geometría (trazado, alzado...), uso, etc.
- Analizar la tipología utilizada para atender las necesidades de abrigo y atraque en el puerto.
- Comprender la influencia de los diferentes tipos de condiciones que rigen la concepción, diseño, construcción y operación de las infraestructuras portuarias.
- Analizar las condiciones de construcción, reparación y mantenimiento en su caso.
- Practicar y desarrollar la capacidad de búsqueda de información técnica y científica.
- Analizar la presentación de la información técnica: estructura, identificación e información de los autores, desarrollo metodológico, conclusiones, referencias...
- Familiarización con la presentación actual de contenidos técnicos a nivel nacional e internacional.
- Comprensión del enfoque y carácter multidisciplinar de las actividades referidas y de la necesidad de integración de equipos en el desarrollo de la ingeniería civil.
- Desarrollar la comprensión técnica de procesos complejos, así como del lenguaje técnico asociado a la materia.
- Desarrollar la capacidad de síntesis y ordenación de la información técnica.
- Aprender a desarrollar la capacidad de síntesis de información en un informe de carácter técnico.
- Estructurar y elaborar la comunicación de la información de manera sintética y efectiva.
- Formular juicios y valoraciones propias.

A3.4 Documento final

Introducción

A lo largo del curso se han venido desarrollando las distintas partes del trabajo documental, denominado caso práctico general, con el que se han analizado distintas cuestiones del puerto de Benicarló (Castellón). En el curso presente se han desarrollado un total de tres partes, que se han evaluado y devuelto a sus autores con indicaciones para, en su caso, su mejora. El trabajo se ha centrado en el puerto de Benicarló para poder trabajar conjuntamente el proyecto formativo de innovación y mejora educativa *Incorporación del Aprendizaje Basado en Proyectos en el GIO*, en el que la asignatura de *Obras Marítimas* participa. En dicho proyecto se han definido actividades proyectuales compartidas entre varias asignaturas. El nexo común entre todas las asignaturas implicadas es la asignatura *Taller de práctica profesional*.

Procede en estos momentos elaborar y presentar los trabajos finales, completos, que reúnan las diferentes partes desarrolladas en la asignatura de *Obras Marítimas* a fin de que sirva como *input* en los trabajos que se desarrollan en la asignatura *Taller de práctica profesional*.

El objeto de estas instrucciones es establecer las indicaciones y recomendaciones oportunas para la elaboración y presentación de dichos resultados finales, muy especialmente para la memoria final.

Contenido del documento final

Las distintas partes del trabajo se han debido desarrollar en el equipo correspondiente, tras la presentación en clase de los enunciados de cada una de las partes. Esas distintas partes del CPG (en el curso presente CPG-1, CPG-2 y CPG-3) se han materializado en dos resultados en cada parte: un documento tipo memoria en formato *.doc* y una presentación en formato *.ppt*.

El Caso Práctico General - Final (CPG-F) reunirá la información de las distintas partes desarrolladas, incorporando las correcciones y cambios necesarios indicados en las distintas evaluaciones de la documentación entregada, que se han devuelto por los profesores de la asignatura a los equipos de trabajo. El CPG-F se materializará mediante la unión de las diferentes partes desarrolladas. El CPG-F constará de dos documentos, una memoria final y una presentación final. En ambos documentos se deberá:

- Ordenar el conjunto de la información, eliminando repeticiones.
- Renumerar apartados y subapartados de manera consecutiva.
- Recoger los diferentes índices que puedan existir: a) Índice de contenidos; b) Lista de figuras; y, c) Lista de tablas.
- Establecer la paginación final. La portada no se paginará. La paginación principal será la del cuerpo de la memoria (1, 2, 3, 4...), que será la mostrada en el índice de contenidos.
- Disponer de una portada.
- Establecer un apartado final de conclusiones, en el que se podrán exponer aspectos destacados, tanto relativos al trabajo realizado (opiniones personales, interés, aspectos de mejora y sugerencias, etc.) como a la valoración de

cuestiones relativas al puerto trabajado (importancia del puerto, tráficos, especificidad, etc).

- Incorporar un único apartado final de referencias bibliográficas y de información.

Objetivos docentes

- Conformar un documento coherente y completo, que reúna de manera ordenada toda la información analizada.
- Conocer la presentación de la información técnica: estructura, identificación e información de los autores, desarrollo metodológico, conclusiones, referencias...
- Practicar y desarrollar la capacidad de organización, ordenación y presentación de información técnica y científica.
- Familiarización con la presentación actual de contenidos técnicos a nivel nacional e internacional.
- Desarrollar la comprensión técnica de procesos complejos, así como del lenguaje técnico asociado a la materia.
- Aprender a desarrollar la capacidad de síntesis de información en un informe de carácter técnico.
- Estructurar y elaborar la comunicación de la información de manera sintética y efectiva.
- Formular juicios y valoraciones propias.

A4. Técnicas y métodos de la ingeniería del terreno

Actividad 1

Introducción

Leer detenidamente el punto 3 de la *Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera*, del Ministerio de Fomento y el Capítulo 2 de las *Recomendaciones para obras marítimas* (ROM 0.5-05) y realizar un resumen esquemático del punto 2.12 de dicho capítulo.

Actividad 2

Análisis geotécnico del proyecto y estudio informativo previo

Redactar una nota técnica en la que se indiquen los aspectos específicos del proyecto a cubrir desde el punto de vista geotécnico.

Buscar información básica y realizar un estudio informativo previo del terreno.

Actividad 3

Plica para el encargo de los trabajos de reconocimiento

En función de los resultados de las actividades anteriores, establecer las necesidades de reconocimiento del terreno redactando una plica para su encargo.

Actividad 4

Informe del reconocimiento y redacción del estudio Geotécnico

Estudio del contenido que debe tener (y el que no debe tener) un *Informe de Reconocimiento* y redacción del estudio geotécnico a partir del informe de reconocimiento que se facilitará.

Actividad 5

Planteamiento de las cimentaciones y/o actuaciones sobre el terreno adecuadas

Con la información sobre las estructuras y/o actuaciones proyectadas, realizar y redactar un estudio recomendando las cimentaciones y/o actuaciones sobre el terreno adecuadas.

Actividad 6

Diseño, cálculo y comprobación

Diseñar y comprobar la idoneidad de las cimentaciones y/o actuaciones sobre el terreno planteadas en la actividad anterior.

Actividad 7

Recomendaciones constructivas

Analizar el proceso constructivo de las cimentaciones y/o actuaciones sobre el terreno y, en su caso, redactar un informe sobre las recomendaciones para dicho proceso constructivo.

A5. Evaluación de impacto ambiental de la ingeniería civil

En esta asignatura los estudiantes suelen trabajar con un Estudio de Impacto Ambiental (EslA) de un proyecto real concreto. En este caso, trabajan con el Proyecto común, utilizándolo de base para redactar los documentos ambientales necesarios. En el Proyecto común, se les indica que, junto al preceptivo proyecto de ejecución, deben redactar un *Informe de valoración ambiental* en el que se inventarién los valores ambientales de la zona de actuación y se justifique la no afección, ni indirecta ni directa, sobre los valores ambientales que justifican la inclusión de este espacio en la Red Natura 2000.

Así las tareas prácticas programadas constan de dos grupos de actividades, 11 actividades individuales (previas a las sesiones de clase) y 11 grupales (que se realizan en grupo y en el aula). Las actividades individuales son la base para que en la sesión de aula pongan en común sus respuestas previas, lleguen a un consenso y redacten una memoria común. De hecho, las actividades grupales constan de las mismas preguntas y apartados que las individuales, y algunas otras cuestiones adicionales. Todas las actividades les van guiando en el proceso de redacción del Informe de valoración ambiental, que forma uno de los Anexos del Proyecto común (Actividad Grupal Final).

En la primera actividad deben definir, en función de la legislación y de la tipología de actividad, el procedimiento administrativo que debería seguir este proyecto, desde el punto de vista ambiental.

Actividad Individual 1 Legislación
Objetivo: Sintetizar el ámbito de aplicación de un caso concreto.
Tarea: En primer lugar necesitas revisar el resumen del caso concreto que vamos a trabajar durante esta asignatura. En esta actividad debes resumir los aspectos más importantes del caso concreto. Para ello debes responder a las cuestiones siguientes: ¿Quién es el promotor? ¿Quién es el Órgano Sustantivo? ¿Quién es el Órgano Ambiental? ¿Qué tipo de actividad/obra vamos a realizar? ¿En qué zona se ubica?

Actividad Grupal 1 Legislación
Objetivo: Sintetizar el ámbito de aplicación de un caso concreto.
Tarea: En esta actividad debéis resumir los aspectos más importantes del caso concreto y trabajar con el primer apartado de cualquier EslA, la Legislación. Para ello debéis responder a las cuestiones que ya habéis trabajado de manera individual. Además: ¿Cuál es la Legislación europea, estatal y autonómica aplicable a este caso concreto? ¿En qué anexo y grupo está incluida la obra? ¿Cuál es el Procedimiento administrativo que debe seguirse, ordinario o simplificado? ¿Cuáles son los Documentos técnicos que deberían redactarse?

Como la obra escogida no tiene la entidad suficiente como para redactar un ESA, les indicamos que trabajaremos en el caso hipotético de que tuviera que pasar por el procedimiento simplificado. Así, deben redactar un documento ambiental, que constará de diversos apartados que definen en la siguiente actividad.

Actividad Individual 2 Contenido mínimo
Objetivo: Sintetizar el contenido del documento técnico ambiental del caso concreto.
<p>Tarea: En esta actividad debes examinar los apartados del documento técnico ambiental y comprobar los aspectos más importantes de cada uno de ellos. El estudio detallado de cada apartado se realizará en los módulos posteriores. Para ello debes responder a las cuestiones siguientes:</p> <p>¿Qué apartados deben venir recogidos en el documento técnico que debemos redactar?</p> <p>¿Qué aspectos deben tratarse en el apartado <i>Proyecto</i>?</p> <p>¿Qué alternativas podemos plantear?</p> <p>¿Qué aspectos deben tratarse en el apartado <i>Inventario ambiental</i>?</p> <p>¿Qué aspectos deben tratarse en el apartado <i>Impacto ambiental</i>?</p> <p>¿Qué aspectos deben tratarse en el apartado <i>Medidas</i>?</p> <p>¿Qué aspectos deben tratarse en el apartado <i>Programa de Vigilancia ambiental</i>?</p> <p>¿Qué aspectos deben tratarse en el apartado <i>Documento de Síntesis</i>?</p>

Actividad Grupal 2 Contenido mínimo
Objetivo: Sintetizar el contenido del documento técnico ambiental del caso concreto.
<p>Tarea: En esta actividad debéis examinar los apartados del documento técnico ambiental y comprobar los aspectos más importantes de cada uno de ellos. El estudio detallado de cada apartado se realizará en los módulos posteriores. Para ello debéis responder a las cuestiones que ya habéis trabajado de manera individual. Una vez respondidas, para las siguientes actividades deberemos estudiar y comparar diversas alternativas. Indicad cuáles escogéis.</p>

De esa manera, con las actividades siguientes les vamos guiando en la redacción de cada uno de los apartados según la legislación. En el primer apartado deben redactar las características más importantes del proyecto en sus tres fases, construcción, funcionamiento y cese. Además, se debe estimar los residuos, vertidos y emisiones que pudieran generarse. Es necesario estudiar distintas alternativas, incluida la alternativa cero.

Actividad Individual 3 Descripción del proyecto
Objetivo: Sintetizar el ámbito de aplicación del caso concreto y las acciones del proyecto en todas sus fases.
<p>Tarea: En esta actividad resumiremos los aspectos más importantes del caso y trabajaremos con el apartado de la descripción del proyecto. Para ello debes responder a las cuestiones siguientes:</p> <p>¿Qué alternativas os habéis planteado?</p> <p>¿Cuáles son las acciones en la fase de construcción?</p>

<p>¿Cuáles son las acciones en la fase de funcionamiento? ¿Habrá fase de abandono? Si es así ¿Cuáles son las acciones en esa fase? ¿Son las mismas acciones para todas las alternativas o habrá diferencias entre ellas?</p>
<p>Actividad Grupal 3 Descripción del proyecto</p>
<p>Objetivo: Sintetizar el ámbito de aplicación del caso concreto y las acciones del proyecto en todas sus fases.</p>
<p>Tarea: En esta actividad resumiremos los aspectos más importantes del caso y trabajaremos con el apartado de la descripción del proyecto. Para ello debéis responder a las cuestiones que ya habéis trabajado de manera individual, y listar las acciones en fase de construcción, en fase de funcionamiento y en fase de abandono (si existe dicha fase).</p>

En el siguiente apartado del documento ambiental se debe describir los aspectos medioambientales que puedan verse afectados de manera significativa por el proyecto.

<p>Actividad Individual 4 Inventario Ambiental</p>
<p>Objetivo: Sintetizar los factores ambientales más importantes en el caso de estudio.</p>
<p>Tarea: En esta actividad resumiremos los aspectos ambientales más importantes del caso real. Para ello debes responder a las cuestiones siguientes: ¿Cuáles crees que son los factores ambientales que debemos estudiar? ¿y qué deberíamos estudiar de cada uno de ellos? Para cada uno de los factores ambientales que has definido, busca alguna de las posibles fuentes de información e indica el enlace (entidad, organización, administración, ... y si es posible el enlace de la web).</p>

<p>Actividad Grupal 4 Inventario Ambiental</p>
<p>Objetivo: Sintetizar los factores ambientales más importantes en el caso de estudio.</p>
<p>Tarea: En esta actividad resumiremos los aspectos ambientales más importantes del caso real. Para ello debéis responder a las cuestiones que ya habéis trabajado de manera individual. Una vez respondidas, dividiros los factores ambientales entre todos los miembros del equipo. Cada uno de vosotros deberá describir los que haya escogido, haciendo uso de las fuentes de información, y organizar entre todos un documento colaborativo.</p>

Para poder estimar correctamente los efectos ambientales y poder elegir entre las distintas alternativas, debemos estudiar las afecciones que cada una de las acciones del proyecto descritas en la actividad de *Descripción del Proyecto* podrían generar sobre cada uno de los componentes ambientales que se han descrito en la actividad *Inventario Ambiental*. Evidentemente esto debe realizarse para cada fase del proyecto y para cada alternativa del proyecto. Para ello se debe identificar, describir, analizar y cuantificar los efectos ambientales, lo que se realiza a lo largo de 4 actividades individuales y 4 grupales.

Actividad Individual 5 Identificación de Efectos
Objetivo: Identificar los efectos ambientales más significativos en el caso de estudio.
Tarea: En esta actividad identificaréis los efectos ambientales más significativos de cada fase del caso real. Para ello, de todas las acciones que encontrasteis en la Actividad Grupal 3, indica las acciones que consideres más importantes para cada fase (construcción, funcionamiento y abandono).
Actividad Grupal 5 Identificación de Efectos
Objetivo: Identificar los efectos ambientales más significativos en el caso de estudio.
Tarea: En esta actividad identificaréis los efectos ambientales más significativos de cada fase del caso real. Para ello, de todas las acciones que encontrasteis en la Actividad 3 Grupal, indicad las acciones que consideres más importantes para cada fase (construcción, funcionamiento y abandono). Pensad a qué factor ambiental afectará cada una de las acciones anteriores, y construid las matrices causa/efecto para cada fase.
Actividad Individual 6 Efectos en fase de construcción
Objetivo: Identificar los efectos ambientales más significativos en la fase de construcción.
Tarea: En esta actividad identificareis los efectos ambientales más significativos del caso real. Para ello, de los efectos en fase de construcción que identificasteis con las matrices en la <i>Actividad Grupal 5 Identificación</i> , escoge los que consideres más importantes (indica la acción y factor ambiental que aparece en la matriz)
Actividad Grupal 6 Efectos en fase de construcción
Objetivo: Identificar los efectos ambientales más significativos en la fase de construcción y describirlos.
Tarea: En esta actividad identificaréis los efectos ambientales más significativos del caso real y los describiréis. Para ello, de los efectos en fase de construcción que identificasteis con las matrices en la <i>Actividad Grupal 5 Identificación</i> , escoged los que consideréis más importantes (indicad la acción y factor ambiental que aparece en la matriz). Describid someramente esos efectos (repartíroslos entre todos y luego hacéis una puesta en común).
Actividad Individual 7 Efectos en fase de funcionamiento y abandono
Objetivo: Identificar los efectos ambientales más significativos en las fases de funcionamiento y abandono.
Tarea: En esta actividad identificaréis los efectos ambientales más significativos del caso real. Para ello, de los efectos en fase de funcionamiento que identificasteis con las matrices en la <i>Actividad Grupal 5 Identificación</i> , escoge los que consideres más importantes (indica la acción y factor ambiental que aparece en la matriz). Haz lo mismo para la fase de abandono (si es que existe dicha fase).

<p>Actividad Grupal 7 Efectos en fase de funcionamiento y abandono</p>
<p>Objetivo: Identificar los efectos ambientales más significativos en las fases de funcionamiento y abandono y describirlos.</p>
<p>Tarea: En esta actividad identificaréis los efectos ambientales más significativos del caso real. Para ello, de los efectos en fase de funcionamiento que identificasteis con las matrices en la <i>Actividad Grupal 5 Identificación</i>, escoged los que consideréis más importantes (indicad la acción y factor ambiental que aparece en la matriz) Describid someramente esos Efectos (repartíroslos entre todos y luego hacéis una puesta en común). Haced lo mismo para la fase de abandono (si es que existe dicha fase)</p>

<p>Actividad Individual 8 Caracterización y valoración de impactos</p>
<p>Objetivo: Caracterizar y valorar los impactos ambientales más significativos en el caso de estudio.</p>
<p>Tarea: En esta actividad caracterizaréis y valoraréis los impactos ambientales más significativos de cada fase del caso real. Para ello, de los efectos estudiados en las Actividades 6 y 7 Grupales indica los que consideres más importantes para cada fase. Recuerda a qué acción se debe y a qué factor ambiental afecta cada uno de los impactos anteriores. Para ello rellena las matrices causa/efecto con los impactos escogidos en cada fase.</p>

<p>Actividad Grupal 8 Caracterización y valoración de impactos</p>
<p>Objetivo: Caracterizar y valorar los impactos ambientales más significativos en el caso de estudio.</p>
<p>Tarea: En esta actividad caracterizaréis y valoraréis los impactos ambientales más significativos de cada fase del caso real. Para ello, de los efectos estudiados en las Actividades 6 y 7 Grupales indicad los que consideréis más importantes para cada fase. Recordad a qué acción se debe y a qué factor ambiental afecta cada uno de los impactos anteriores. Para ello rellenad las matrices causa/efecto con los impactos escogidos en cada fase. Caracterizad los impactos anteriores, rellenando la matriz de caracterización (podéis repartiros la faena y luego poner en común). Calculad la Incidencia, es decir, rellenad la matriz de valoración, de los impactos anteriores. ¿Cuál es el impacto global en cada fase? ¿Cuál es el impacto global de la obra? ¿Cuál es la acción más impactante? ¿Cuál es el factor ambiental más impactado?</p>

Después de valorar los efectos ambientales, deben plantearse las medidas que permitan prevenir, reducir y compensar y, en la medida de lo posible, corregir, cualquier efecto negativo importante en el medio ambiente.

Actividad Individual 9 Medidas
Objetivo: Identificar las medidas para los impactos ambientales más significativos escogidos en el paso anterior.
Tarea: En esta actividad identificareis las medidas para los impactos ambientales escogidos en la sesión anterior. Para ello, de los efectos estudiados en las actividades grupales anteriores indica alguna medida para los efectos que consideres más importantes.

Actividad Grupal 9 Medidas
Objetivo: Identificar las medidas para los impactos ambientales más significativos escogidos en el paso anterior.
Tarea: En esta actividad identificareis las medidas para los impactos ambientales escogidos en la sesión anterior. Para ello, de los efectos estudiados en las actividades grupales anteriores indicad algunas medidas para los efectos que consideréis más importantes. Debido a que las medidas definidas disminuirán los efectos, recalculad entonces el impacto global en cada fase y el impacto global de la obra. Para ello volved a hacer uso de las matrices de la actividad anterior ¿Cuál es el impacto global en cada fase? ¿Cuál es el impacto global de la obra? ¿Cuál es la acción más impactante? ¿Cuál es el factor ambiental más impactado?

Uno de los últimos apartados de cualquier documento ambiental es definir la manera en que se realizará el seguimiento ambiental, el plan de vigilancia ambiental, que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas definidas anteriormente.

Actividad Individual 10 Plan de vigilancia ambiental
Objetivo: Definir el plan de vigilancia ambiental para las medidas escogidas en el paso anterior.
Tarea: En esta actividad definiréis el PVA para las medidas escogidas en la sesión anterior. Para ello, de las medidas que definisteis en la actividad grupal anterior indica el PVA que plantearías para alguna medida.

Actividad Grupal 10 Plan de vigilancia ambiental
Objetivo: Definir el plan de vigilancia ambiental para las medidas escogidas en el paso anterior.
Tarea: En esta actividad definiréis el PVA para las medidas escogidas en la sesión anterior. Para ello, de las medidas que definisteis en la actividad grupal anterior indicad el PVA para cada medida.

Por último, es interesante que se haga un breve resumen de todo lo trabajado anteriormente.

Actividad Individual 11 Discusión final
Objetivo: Realizar una síntesis del documento que has ido trabajando.
Tarea: En esta actividad realizaréis una síntesis de todo lo trabajado en las sesiones anteriores. Para ello, responde las siguientes preguntas: ¿Este proyecto consideráis que debería pasar por EIA? ¿Por qué? ¿Cuáles son las acciones más impactantes? ¿Qué alternativas habéis estudiado? ¿Cuáles son los factores ambientales más afectados? ¿Cuáles son los impactos más importantes? ¿Cuáles son las medidas y PVA que más te llaman la atención? ¿Con qué alternativa te quedarías?

Actividad Grupal 11 Discusión final
Objetivo: Realizar una síntesis del documento que has ido trabajando.
Tarea: En esta actividad realizaréis una síntesis de todo lo trabajado en las sesiones anteriores. Para ello, responded las mismas preguntas que en la actividad individual, llegando a un consenso entre todos.

Mientras se van realizando las actividades anteriores, en paralelo van redactando el Documento Ambiental, en base a la actividad grupal final.

Actividad Grupal Final
Objetivo: Redactar el documento ambiental relacionado con el caso que has ido trabajando.
Tarea: En esta actividad debéis redactar el documento ambiental del caso concreto. Para ello, organizados en un grupo debéis recabar la información necesaria sobre los siguientes puntos que se os solicitan: <ul style="list-style-type: none"> - Introducción y objetivos del proyecto - Legislación aplicable - Descripción del proyecto y alternativas - Inventario ambiental - Identificación, descripción y valoración de efectos - Vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o catástrofes - Medidas protectoras, correctoras, mitigadoras - Plan de vigilancia ambiental - Documento de síntesis - Bibliografía - Anejos <p>Para poder abordar esta práctica simplemente debéis transformar en documento las actividades grupales que habéis ido realizando a lo largo de todo el cuatrimestre, así como hacer uso de la información que haya disponible a través de la web. Tras la recopilación, debéis preparar el documento para entregar en Tareas, <i>Documento ambiental</i>.</p> <p>En dicho documento debéis redactar la información recabada (con sus fuentes de información). No olvidéis incluir un apartado final de bibliografía. Generad un documento Word/pdf adicional donde trabajéis de manera colaborativa.</p>

A6. Efectos y comportamiento de los contaminantes en los ecosistemas acuáticos

En las clases de la asignatura de *Efectos y comportamiento de contaminantes en ecosistemas acuáticos* se ha tratado de trabajar combinando los aspectos teóricos con la práctica. Las actividades prácticas relacionadas con el proyecto común en el Puerto de Benicarló han sido las que se exponen a continuación.

17 de septiembre de 2020

Trabajar sobre el documento *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. A partir de la información del documento tratar de responder a las cuestiones siguientes:

- Servicios ecosistémicos: definición, clasificación y trascendencia (¿quién los proporciona y quién se beneficia?)
- ¿De qué depende la cantidad y la calidad de los servicios ecosistémicos?
- Relación entre la contaminación y los servicios ecosistémicos.
- Servicios ecosistémicos, conservación de la biodiversidad y del medio natural: ¿Qué es la Biodiversidad, de qué depende, y qué relación tiene con los servicios ecosistémicos? Que significado ecológico tiene la espina de pescado (expuesta en el capítulo 9 del libro “La sexta extinción”).

28 de septiembre de 2020

Leer el documento *Guía de indicadores ambientales en la construcción* y extraer la información sobre los tipos de indicadores ambientales y describirlos aplicables al proyecto del Puerto de Benicarló.

Salida al puerto de Benicarló

Se recomienda obtener toda la documentación gráfica posible realizando fotografías. Interesaría que se preste atención además de a los aspectos del proyecto constructivo a las demás actividades que se desarrollan en el puerto y que se recojan de estas todos los detalles estructurales y operacionales posibles.

1 de octubre de 2020

Comentar y discutir en común todos los aspectos de las salidas de campo al Puerto de Benicarló. Elaborar un sistema de indicadores ambientales de la oficina técnica de una empresa de construcción.

5 de octubre de 2020

Preparar propuestas de iniciativas constructivas para el proyecto de Benicarló, para que se discutan en la clase y que queden lo más definidas posible. Como material de apoyo se proporcionan al estudiante diversos recursos digitales sobre cubiertas vegetadas.

22 octubre de 2020

A partir del trabajo que se realiza en la asignatura de *Evaluación de Impacto Ambiental* y a partir de los impactos en fase de construcción y funcionamiento, el estudiante tratará de aplicar indicadores de comportamiento ambiental al proyecto del Puerto de Benicarló.

Revisar la memoria sobre las actividades que se desarrollan en el puerto para trabajar también sobre la aplicación de los indicadores de calidad ambiental a dichas actividades.

19 de noviembre de 2020

Revisión de la aplicación de los indicadores ambientales al proyecto del puerto de Benicarló (proyecto y fases de construcción y explotación).

Aplicación de los indicadores ambientales de contaminación y consumo de energía a las diversas actividades que se desarrollan en el puerto. Estas actividades son: actividad pesquera, amarre de barcos, astillero/varadero de reparación de embarcaciones, servicios técnicos, gasolinera, tienda y locales de restauración.

Para el desarrollo de la actividad, se proporciona al estudiante documentación sobre buenas prácticas en la gestión de puertos.

Jueves 10 diciembre de 2020

Estimación de las huellas de carbono e hídrica en el Puerto de Benicarló. Para ello, se proporcionan al estudiante documentos de referencia para la estimación de ambas huellas, de los que se revisarán aspectos controvertidos.

A7. Infraestructuras de intercambio modal

Introducción

El desarrollo de un puerto está íntimamente ligado al del territorio con el que está relacionado. Tanto del lado del mar como de la tierra, el territorio se transforma, evoluciona, plantea nuevas preguntas y ofrece nuevas oportunidades, con cambios de escala. Los puertos se incluyen en los espacios y redes marítimas y terrestres y por ello conviene entenderlos como nodos más que como interfaces. La dinámica de un puerto puede entenderse desde la óptica de la situación portuaria, que significa que el puerto forma parte de su entorno. Eso ocurre con la ciudad en la que el puerto se ubica.

La situación portuaria queda determinada por la integración de varias escalas en un proceso que articula las actividades marítimas, portuarias y terrestres. Se piensa cada vez más en los puertos en términos de espacios y de redes. Se habla entonces de una lógica de polaridad y de nodalidad: en la lógica de polaridad, se ve el puerto como un polo que organiza el uso del espacio, el *foreland* y el *hinterland*; en la lógica de la nodalidad, se ve al puerto como un nodo de articulación entre diferentes redes. La evolución que ha tenido lugar en los puertos ha hecho que ya no sean simples nodos aislados que permiten la transferencia de carga, sino que han pasado a ser puntos clave de las cadenas de transporte.

El presente trabajo se plantea para el puerto de Benicarló la obtención de la información necesaria que permita conocer sus diferentes características, así como analizar aspectos de su relación con el entorno urbano y a otras escalas que puedan entenderse convenientes.

Desarrollo del trabajo

El trabajo a desarrollar consiste en la aplicación concreta al caso de Benicarló de lo analizado en la asignatura, especialmente en cuanto se refiere a la relación puerto-ciudad y la conectividad necesaria y accesibilidad. En el puerto de Benicarló no existen necesidades o posibilidades de intermodalidad. Tratándose de un puerto ligado muy estrechamente a la realidad histórica y funcional de una población de tamaño medio (en el entorno de población de 27 000 habitantes), resulta importante analizar los tráfico portuarios existentes de vehículos y personas.

Por ello, debe realizarse un análisis de la relación puerto-ciudad y, más concretamente de cómo la construcción de un paseo marítimo puede mejorar la accesibilidad al puerto y las relaciones entre la ciudadanía y el entorno portuario, sin interferir o teniendo en cuenta condicionantes de los tráfico de vehículos. Además, el alumno analizará las tipologías de atraque/amarre del puerto deportivo y pesquero, así como las instalaciones existentes en el puerto y sus usos (lonja, restauración, turísticos, etc.).

El trabajo se desarrollará en equipo, iniciándose en clase y completándose con posterioridad. En relación con el puerto de Benicarló se deberá buscar información geográfica, características, usos, documentación gráfica, datos característicos de sus actividades, etc... y consecuentemente analizar:

- Localización y descripción general
- Titularidad y gestión

- Instalaciones existentes
- Usos
- Tráficos
- Tipologías de atraque/amarre
- Relación puerto-ciudad
- Flujos viario y peatonal existentes
- Análisis de los efectos del paseo

Se deberá elaborar tanto una memoria en formato .doc como una presentación en formato.ppt con la extensión que se indica en los apartados correspondientes.

En la memoria del trabajo deberá recogerse el correspondiente apartado final en el que se contengan las referencias bibliográficas e informativas utilizadas, de acuerdo con los sistemas de citación que deben emplearse.

En el curso académico 2020/21, esta asignatura forma parte del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa “Incorporación del Aprendizaje Basado en Proyectos en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas”, en el que participan, de manera coordinada, todas las asignaturas del cuatrimestre A de la titulación. Mediante este trabajo, el estudiante trabajará sobre los antecedentes necesarios para el proyecto de un paseo sobre el contradique y sus accesos en el puerto de Benicarló (Castellón).

Objetivos docentes

- Desarrollar la capacidad de búsqueda de información técnica y científica.
- Analizar la presentación de la información técnica: estructura, identificación e información de los autores, desarrollo metodológico, conclusiones, referencias.
- Familiarización con la presentación actual de contenidos técnicos a nivel nacional e internacional.
- Comprensión del enfoque y carácter multidisciplinar de las actividades referidas y de la necesidad de integración de equipos en el desarrollo de la ingeniería civil.
- Desarrollar la comprensión técnica de procesos complejos, así como del lenguaje técnico asociado a la materia.
- Desarrollar la capacidad de síntesis y ordenación de la información técnica.
- Aprender a desarrollar la capacidad de síntesis de información en un informe de carácter técnico.
- Estructurar y elaborar la comunicación de la información de manera sintética y efectiva.
- Referenciar científicamente las fuentes de información consultadas y utilizadas.
- Formular juicios y valoraciones propias.

A8. Ingeniería de tráfico

Como actividad práctica relacionada con el proyecto *Paseo sobre contradique del puerto de Benicarló* cada alumno de Ingeniería de Tráfico tendrá que realizar un análisis de la situación actual y propuesta de actuaciones de mejora de la intersección del acceso al puerto de Benicarló en la zona del contradique y lonja. Se tendrá en cuenta la permeabilidad peatonal y los itinerarios ciclistas entre el caso urbano y el puerto de Benicarló en la Avinguda del Marqués de Benicarló.





El estudiante plasmará el resultado en un plano de planta sobre la cartografía adjunta, reflejando los elementos de señalización y balizamiento que considere convenientes.



A9. Transporte urbano

Análisis de capacidad y de nivel de servicio del contradique del puerto y de los principales itinerarios de Benicarló.

Introducción

En la actualidad existen dos tipos de infraestructura para el tránsito peatonal, según sean de flujo discontinuo o interrumpido (pasos de cebrada en intersecciones semaforizadas, y cruces peatonales en intersecciones no semaforizadas) o de flujo continuo o ininterrumpido (aceras, senderos o pasillos peatonales, escaleras y vías exclusivas).

Así, el trabajo o tarea planteada se centra en el estudio de zonas peatonales de flujo continuo, por ser aquellas que mayor interés puede despertar en el alumno y que mayor protagonismo cobran en los espacios urbanos. Para ello, el trabajo se apoya en el Proyecto de construcción de paseo sobre contradique del Puerto de Benicarló. Partiendo del mismo y considerando el alcance de la presente asignatura, la tarea que se planteará a los alumnos es la de estudiar la funcionalidad del paseo en términos de movilidad peatonal y accesibilidad. Para ello, se les propondrá el análisis de capacidad y de nivel de servicio de un tramo definido del paseo a determinar (puede contemplar el propio paseo o abarcar algún espacio más), con el objetivo de estimar la capacidad peatonal del tramo y comprobar su potencial ante los flujos peatonales a los que pueda servir.

Datos

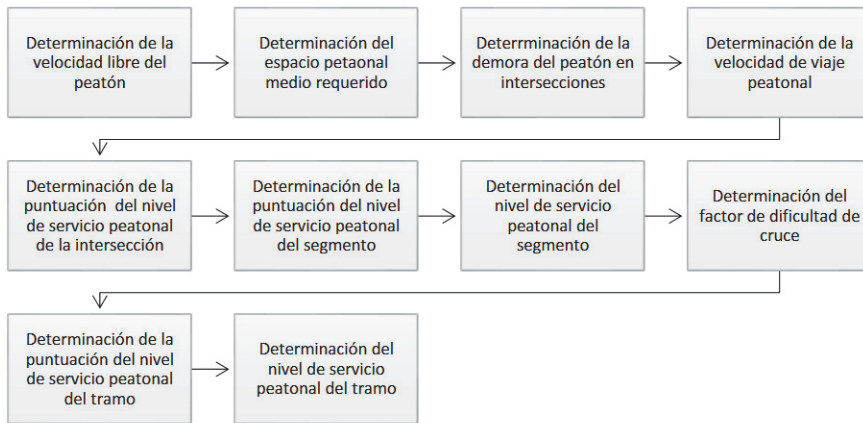
Para llevar a cabo el trabajo, se definirá un tramo, de longitud y características conocidas. De esta manera, se establecerán una serie de criterios necesarios para determinar el nivel de servicio en calles urbanas. Estos criterios se basan en medidas de desempeño que son medibles en terreno y perceptibles por los usuarios. Así, cada grupo de alumnos deberá determinar varios supuestos para el buen desarrollo del trabajo, por ejemplo, considerando los flujos de peatones en día laborables y festivos, junto con un conjunto de condiciones de contorno (presencia de mobiliario, dimensiones de paso, etc.). El cálculo se apoyará en el Highway Capacity Manual de 2010 del National Research Council.

La capacidad peatonal recogida en dicho manual es el número máximo de personas que tienen una probabilidad razonable de atravesar dicha sección durante un determinado periodo de tiempo.

En efecto, este método describe paso a paso el proceso, permitiendo determinar la capacidad de un tramo de estudio en términos de peatones.

Para ello, el trabajo contendrá, al menos, los siguientes apartados:

- Definición del tramo considerado
- Composición del tramo
- Aforos de peatones (se facilitará este dato).
- Determinación del nivel de servicio peatonal del tramo
- Propuesta y evaluación de medidas para la mejora de la movilidad peatonal
- Resultados y conclusiones



Metodología de determinación del nivel de servicio peatonal de tramos urbanos

Resultados que se pretende obtener

- Determinar el volumen peatonal en la hora punta y los factores que afectan el Nivel de Servicio peatonal.
- Determinar la capacidad del paseo para satisfacer la demanda de los usuarios.
- Si los resultados así lo indican, proponer un rediseño adecuado para incrementar la calidad del servicio.