



# APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN INSTALACIONES DE LA EDIFICACIÓN EN EL GRADO DE ARQUITECTURA TÉCNICA

## Adaptando las metodologías docentes para alcanzar la excelencia en el desempeño

Project-Based Learning in Building Installations in the Technical Architecture Degree Programme

BELÉN ZURRO GARCÍA, SARA GONZÁLEZ MORENO, JOSÉ MANUEL GONZÁLEZ MARTÍN, ISABEL SANTAMARÍA  
VICARIO Y ÁNGEL RODRÍGUEZ SAIZ  
Universidad de Burgos, España

---

### KEYWORDS

*Project-Based Learning  
Building Installation  
Collaborative Work  
Personal Performance  
Active Self-Learning  
Feedback Processes  
Professional Excellence*

---

### ABSTRACT

*The work developed in this article shows a teaching experience based on the Active Methodology of Project-Based Learning in the Installations II subject of the Degree in Technical Architecture at the University of Burgos. To achieve excellence in the teaching and learning process, a work methodology has been designed based on the progressive development of an Execution Project through subprojects, with the aim of achieving better results in the learning process through personal performance, feedback from processes and cooperative work, all oriented to the academic and professional excellence of the students. The results obtained show that PBL is an excellent methodology for the teaching-learning process of the subject of Installations II and for the future professional performance of the students.*

---

### PALABRAS CLAVE

*Aprendizaje Basado en Proyectos  
Instalaciones de Edificación  
Trabajo Colaborativo  
Desempeño Personal  
Autoaprendizaje Activo  
Retroalimentación  
Excelencia Profesional*

---

### RESUMEN

*El trabajo desarrollado en este artículo muestra una experiencia docente basada en la Metodología Activa del Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura de Instalaciones II de la titulación del Grado en Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos. Para alcanzar la excelencia del proceso de enseñanza y aprendizaje, se ha diseñado una metodología de trabajo basada en el desarrollo progresivo de un Proyecto de Ejecución mediante subproyectos, con el objetivo de conseguir mejores resultados en el proceso de aprendizaje mediante el desempeño personal, la retroalimentación de procesos y el trabajo cooperativo, todo ello orientado a la excelencia académica y profesional de los estudiantes. Los resultados obtenidos muestran que el ABP es una excelente metodología para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Instalaciones II y para el futuro desempeño profesional de los estudiantes.*

Recibido: 20/ 08 / 2022

Aceptado: 23/ 10 / 2022

## 1. Introducción

### 1.1 La construcción de edificios: una nueva sensibilidad sostenible

La necesidad de satisfacer la demanda de viviendas en condiciones dignas de habitabilidad es uno de los factores que actualmente dinamiza la construcción de edificios (Defensor del Pueblo, 2019). Esta realidad no es ajena a los países en vías de desarrollo, sino que también afecta a los países con alta calidad de vida (Marcos et al., 2021). La situación es muy diferente en ambos casos, pero la necesidad de cumplir con nuevos requerimientos técnicos más exigentes y satisfacer los condicionantes de las políticas de sostenibilidad ambiental, hacen necesario aplicar nuevos procedimientos constructivos y materiales innovadores en los procesos de ejecución, así como la incorporación a los edificios de instalaciones eficientes que garanticen un confort ambiental digno, de acuerdo con la evolución social y del estado de la técnica (Acosta y Cilento, 2005; Rodríguez y Fernández, 2010; Plaza, 2021; Carbonell Curralo y Viñarás Abad, 2021; Ponce de Leon Iturry, 2022).

A pesar de que la industria de la construcción es uno de los sectores económicos que más contribuye al crecimiento de la economía mundial, tradicionalmente no ha sido una referencia en el ámbito de la innovación y de la calidad (Rodríguez *et al.*, 2017). No obstante, a partir de los nuevos postulados de la economía circular y de la sostenibilidad medioambiental, se están desarrollando políticas alternativas para limitar o eliminar la dependencia de la energía procedente de los combustibles fósiles, evitando la emisión de gases de efecto invernadero y, como consecuencia, el calentamiento del planeta (Therán, 2018; Guillén, 2019; Guillén *et al.*, 2021). En este sentido, cobran especial importancia los nuevos procedimientos de construcción más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, aplicados tanto a la obra nueva como a la rehabilitación del patrimonio construido, incorporando técnicas constructivas innovadoras y nuevos materiales procedentes del reciclado de residuos, así como fuentes de energía alternativas limpias y respetuosas con el medio ambiente (Cabalé y Rodríguez, 2017; Lambea *et al.*, 2020; Zhovkva, 2020).

En Europa, en torno al 50 % del consumo de energía se destina a instalaciones de calefacción y refrigeración. El 80 % de esta energía se consume en edificios residenciales, lo que da lugar a una tasa de emisión de gases efecto invernadero próxima al 36 % del total (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020). Es por ello que cobra especial importancia la aplicación de nuevas técnicas constructivas y la incorporación de instalaciones más eficientes en aras a conseguir un parque inmobiliario eficaz desde el punto de vista energético, con una demanda próxima a cero (Gifreu, 2021; Pardo, 2021)). Para conseguir estos objetivos, uno de los factores estratégicos es la formación de profesionales capacitados técnicamente en construcción para gestionar con eficiencia la ejecución de los proyectos, garantizando una calidad acorde con los nuevos requerimientos técnicos y medioambientales de la Unión Europea.

En España, el Código Técnico de la Edificación – (CTE) es una referencia normativa basada en prestaciones, que establece procedimientos para conseguir altos índices de calidad ambiental en los edificios residenciales (Rieckmann, 2017; Falcón y Arraiz, 2019). El CTE dedica una especial atención a los diferentes tipos de instalaciones que hacen que los edificios sean funcionales y cumplan con las condiciones de habitabilidad, seguridad y salubridad, garantizando un nivel de confort acorde con el desarrollo social y económico propio de sociedades modernas y avanzadas (Ministerio de Vivienda, 2006). De acuerdo con estos postulados, el proceso de enseñanza y aprendizaje de estas disciplinas se configura como un elemento esencial para la formación de los profesionales de la construcción de edificios, de los Arquitectos como Directores de Obra, y de los Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación como Directores de Ejecución y responsables de hacer realidad las previsiones contempladas en el Proyecto de Ejecución.

### 2.2 Las instalaciones de los edificios

Con la promulgación en 1999 de la Ley de Ordenación de la Edificación, se produce una actualización y armonización de la normativa de aplicación a la construcción de edificios, estableciendo las exigencias básicas de seguridad y habitabilidad que éstos deben cumplir.

El patrimonio arquitectónico forma parte de la expresión de una sociedad y es consustancial con su evolución, el desarrollo tecnológico, con los valores culturales y con la mejora de las condiciones y calidad de vida de las personas. En este sentido, la Ley de Ordenación de la Edificación y el Código Técnico de la Edificación han dado respuesta a las demandas sociales que abogan por edificios seguros, sostenibles y con altos índices de calidad y confortabilidad (Ministerio de Vivienda, 2006).

La Unión Europea, consciente de la necesidad de reducir la dependencia energética de los combustibles fósiles y de evitar en lo posible la producción de gases de efecto invernadero, se ha comprometido a cumplir con el Pacto Verde Europeo y la Ley Europea del Clima, en el marco del Objetivo 55 de reducción de emisiones (Unión Europea, 2019; Unión Europea, 2021). En este sentido, en el contexto de la construcción de edificios, es de aplicación la normativa específica del Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE), con una dimensión amplia y flexible sobre los requisitos que deben cumplir las instalaciones térmicas, que posibilita la introducción de nuevos productos y

tecnologías innovadoras para el cumplimiento de lo dispuesto en la nueva Directiva UE 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, relativa a la eficiencia energética de los edificios (Unión Europea, 2018).

Para las instalaciones de suministro de agua, el CTE ha previsto en el Documento Básico HS Salubridad, Sección HS4, las condiciones para las instalaciones de edificios de nueva planta, así como para las reformas, modificaciones o ampliaciones de las instalaciones de edificios existentes, todas ellas orientadas a la optimización del consumo de agua fría y agua caliente sanitaria. De igual forma, para la recogida de las aguas residuales, la Sección HS3 del Documento Básico HS contempla el diseño y dimensionado de las instalaciones necesarias para satisfacer este requerimiento (Ministerio de Vivienda, 2006).

A partir de estas referencias, los Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación deben desarrollar competencias profesionales que permitan aplicar todos estos requerimientos técnicos a los procesos de ejecución de edificios, haciendo posible la construcción de edificios sostenibles, respetuosos con el medio ambiente y con prestaciones funcionales que hagan más fácil y cómoda la vida de las personas (Del Pozo y Bueno, 2019). La Universidad debe contemplar la educación en valores medioambientales como un reto posible de conseguir, formando a profesionales en competencias para conseguir un desarrollo sostenible de las actividades industriales, entre ellas, las relacionadas con el Sector de la Construcción (Alcalá y Gutiérrez, 2019).

### **2.3. El Plan de Estudios de Arquitectura Técnica**

Desde su implantación en el año 1968, los estudios de Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos se han configurado en tres Planes de Estudio sucesivos. Actualmente, la adaptación de los estudios de Arquitectura Técnica al Espacio Europeo de Educación Superior ha dado lugar a la titulación del Grado de Arquitectura Técnica, con todas las competencias y atribuciones asignadas por la Ley de Ordenación de la Edificación en la ejecución de Proyectos de Edificación, Ingeniería y Arquitectura (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007).

### **2.4. Las disciplinas de Instalaciones de la Edificación**

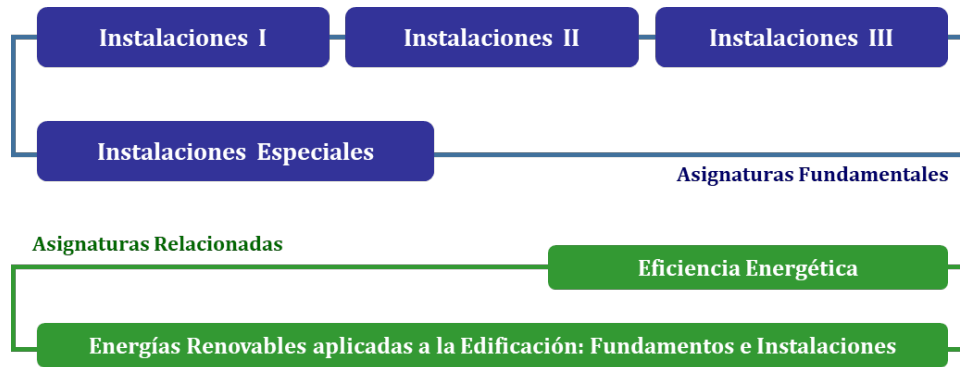
En el Plan de Estudios de la Titulación del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos, las Instalaciones de la Edificación se estructuran en cuatro asignaturas, con una asignación total de dieciocho (18) créditos ECTS (Fig. 1). Son las siguientes:

- Instalaciones I, que se imparte en el Primer Semestre del Segundo Curso de la carrera y que tiene asignada una Carga Docente de 3 Créditos ECTS. Esta asignatura se configura como Básica y desarrolla los contenidos relacionados con las instalaciones de fontanería para el transporte y distribución de agua potable, agua caliente sanitaria, y el saneamiento y evacuación de las aguas residuales y pluviales.
- Instalaciones II, asignatura configurada como Obligatoria y que se imparte en el Segundo Semestre del Segundo Curso de la carrera, con una Carga Docente de 6 Créditos ECTS y con contenidos relacionados con los equipos e instalaciones para la ventilación y climatización de los edificios.
- Instalaciones III, impartida en el Primer Semestre del Tercer Curso y con una Carga Docente de 3 Créditos ECTS. También es una asignatura Obligatoria, dedicada al estudio, dimensionado, puesta en obra y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de los edificios, tomando como referencia el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Instalaciones Especiales, asignatura Optativa con una Carga Docente de 6 Créditos ECTS y que desarrolla los fundamentos teóricos para el diseño de instalaciones singulares como instalaciones de gases licuados, instalaciones solares térmicas y fotovoltaicas, instalaciones de protección contra incendios, almacenamiento de combustibles líquidos o de transporte de personas.

Además, estas disciplinas se completan con otras tres asignaturas que aplican los contenidos de las anteriores a otras dotaciones e infraestructuras de las obras de edificación:

- La asignatura Eficiencia Energética, de carácter obligatorio, se imparte en el Cuarto Curso de la carrera, analiza los principios que fundamentan el ahorro de energía en las distintas instalaciones de los edificios, como las instalaciones de ACS, climatización e iluminación.
- La asignatura de Energía Renovables, asignatura Optativa con una Carga Docente de 6 Créditos ECTS, dedicada al estudio de los sistemas activos y pasivos, la energía fotovoltaica, eólica, térmica o hidráulica, entre otras.

Figura 1. Asignaturas de Instalaciones y Asignaturas Relacionadas



Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la Tabla 1 se muestran las distintas asignaturas del Plan de Estudios del Grado en Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos relacionadas con las instalaciones de la edificación, impartidas todas ellas en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas e Ingeniería de la Construcción y del Terreno.

**Tabla 1.** Asignaturas del Plan de Estudios del Grado de AT-IE relacionadas con las Instalaciones de Edificios

Asignaturas	Céditos ECTS	Carácter	Curso
Instalaciones I	3	Básica	2º Primer Semestre
Instalaciones II	6	Obligatoria	2º Segundo Semestre
Instalaciones III	3	Obligatoria	3º Primer Semestre
Instalaciones Especiales	6	Optativa	4º
Eficiencia Energética	3	Troncal	4º
Energías Renovables aplicadas a la Edificación: Fundamentos e Instalaciones	6	Optativa	4º

Fuente: Elaboración propia, 2022.

### 3. Objetivos

El objetivo de este trabajo de investigación está orientado a aplicar nuevas formas de enseñanza y aprendizaje en el estudio de las disciplinas de Instalaciones de la Edificación en los estudios de la Titulación del Grado en Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos.

La formación de técnicos especialistas con conocimientos específicos en las instalaciones de edificios requiere un aprendizaje con una dimensión experta multidisciplinar, con el objetivo de garantizar un conocimiento profesional sobre todos los aspectos que influyen en el diseño, puesta en obra y funcionamiento de las instalaciones y equipos (Sáez y Burgos, 2010). De esta forma, los estudiantes adquieren competencias que les habilitan para la práctica profesional, trabajando en equipo y desarrollando sus habilidades y destrezas en un entorno virtual no comprometido, pero que muestra todas las vicisitudes a las que los futuros Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación se van a enfrentar en la ejecución y desarrollo de una obra real (Navarro *et al.*, 2010)

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología que integra a los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, haciéndoles protagonistas de su propia formación y evaluación (Fajardo, 2019; Abella *et al.*, 2020).

En los estudios de Arquitectura Técnica-Ingeniería de Edificación, el ABP ha sido aplicado con éxito en el desarrollo de proyectos de edificaciones antiguas (Villanueva, 2021), en el desarrollo de sistemas constructivos (López, *et al.*, 2017) y en la aplicación de las metodologías BIM (Nieto *et al.*, 2017). En este sentido, la aplicación de esta metodología activa de aprendizaje al estudio de las disciplinas relacionadas con las instalaciones de los edificios, supone una oportunidad para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes y hacer más creativa la labor de los docentes, ofreciendo un seguimiento activo e integrado de las actividades de formación (Herrera, R.F., 2017; Rico *et al.*, 2018).

### 3.1 El proceso de enseñanza y aprendizaje en las disciplinas de Instalaciones de la Edificación

Para el estudio de las disciplinas de instalaciones se han venido aplicando diferentes metodologías de enseñanza y aprendizaje, combinando técnicas tradicionales, como la clase magistral, con prácticas de laboratorio y desarrollo de casos prácticos, adecuándose siempre a la realidad del ejercicio de la profesión (García, 2018).

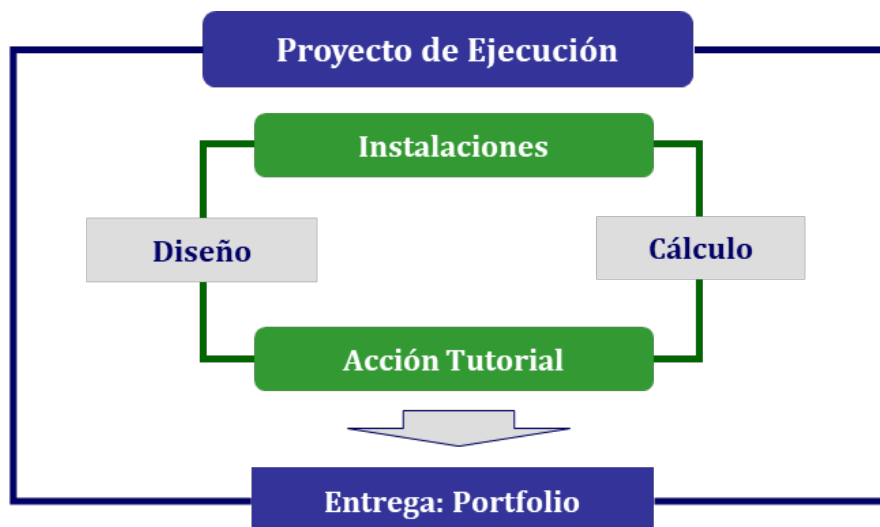
Los sistemas de evaluación también se han adaptado a la tipología de la materia objeto de estudio, combinando exámenes teóricos con la resolución de problemas prácticos, así como la asistencia a las prácticas de laboratorio y el desarrollo de trabajos individuales y en grupo. Con todas estas referencias, se configuraba un Portfolio de Asignatura en el que se mostraba la participación de los estudiantes y su nivel de aprendizaje. Estos sistemas de evaluación han sido tradicionalmente utilizados y aplicados en las distintas asignaturas a lo largo de los cursos, resultando eficaces para la adquisición de las competencias contempladas en los distintos Planes de Estudios de la Titulación de Arquitectura Técnica, contribuyendo a la formación de profesionales capaces y competentes durante muchos años.

No obstante, con la nueva configuración de la titulación de Arquitectura Técnica-Ingeniería de Edificación en los Estudios de Grado, dentro del contexto compartido del Espacio Europeo de Educación Superior, los profesores-coordinadores de las asignaturas han considerado dar mayor protagonismo a los estudiantes, haciéndoles partícipes de su propia formación y aprendizaje en un entorno autodidáctico colaborativo. Para ello, se han aplicado metodologías activas para potenciar el desarrollo de las competencias profesionales básicas como el Aprendizaje Basado en Problemas (Gutiérrez y Rodríguez, 2014), el Estudio del Caso (Gutiérrez *et al.*, 2014) y la Evaluación Continua (Gutiérrez *et al.*, 2017). En este sentido, se ha considerado la puesta en práctica de la Metodología Activa del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en una de las asignaturas de la titulación, Instalaciones II, impartida en el Segundo Curso de la Titulación del Grado de Arquitectura Técnica, con el objetivo de conocer su idoneidad y valorar su aplicación en el resto de asignaturas de la disciplina de instalaciones, analizando el aprovechamiento de los estudiantes, su grado de satisfacción en la adquisición y desarrollo de competencias profesionales, las ventajas e inconvenientes que pudieran surgir con su implantación y, por último, conocer la capacidad de adaptación de esta metodología a las nuevos retos y exigencias de las empresa, tanto desde la posición de los estudiantes como de la de los docentes.

### 3.2 Objetivos específicos de la nueva propuesta

La propuesta de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) tiene como objetivo principal conseguir que los estudiantes desarrollen sus capacidades cognitivas, organizativas y competenciales en un entorno de certidumbre profesional. Hasta el Curso Académico 2020-2021, en las disciplinas de Instalaciones de la Edificación se seguía una metodología de trabajo en la que el estudiante desarrollaba el encargo docente tomando como referencia un Proyecto de Ejecución propuesto por los Tutores Académicos responsables de las distintas asignaturas. A partir de esta referencia, los estudiantes realizaban el diseño y dimensionado de todas las instalaciones del edificio, tomando como referencia el cuerpo normativo de aplicación y las disposiciones técnicas vigentes. Tal y como se muestra en la Figura 2, estas actividades se acompañaban de la correspondiente acción tutorial de seguimiento y consulta por parte del profesorado.

Figura 2. Metodología de trabajo en las disciplinas de Instalaciones de Edificación



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Esta forma de trabajar no garantizaba en su totalidad la interacción Tutor-Alumno, ya que, en muchos casos, los trabajos no tenían un desarrollo secuencial, sino que se iba progresando en el tiempo, pero no de forma secuencial, dejando para el final un importante volumen de trabajo. Además, la asistencia a las tutorías de seguimiento era voluntaria, por lo que no todos los estudiantes utilizaban este recurso metodológico para interactuar con los Tutores sobre el trabajo realizado y, a partir de las indicaciones y comentarios, retroalimentar sus propuestas, actualizar los contenidos o bien corregir los posibles errores.

El sistema utilizado conseguía los objetivos de formación completa de la mayor parte de los estudiantes, pero también se podían observar importantes carencias, ya que algunos alumnos no seguían el proceso de enseñanza y aprendizaje de forma secuencial y con una evolución contrastada en el tiempo.

Entre otras “no calidades” del proceso se observó una falta de seguimiento y continuidad en el desarrollo de los diferentes apartados del proyecto. El trabajo no se secuenciaba en el tiempo y, dependiendo de las obligaciones y compromisos docentes de los estudiantes, parte de los contenidos se dejaban al final para su desarrollo, con la consiguiente acumulación del trabajo. Por otra parte, no todos los estudiantes interactuaban en las sesiones de tutoría. Tanto en las tutorías individuales como colectivas el grado de empatía era, en general, muy bajo, mostrando en muchos casos una actitud pasiva.

Para la entrega del Proyecto de Ejecución era necesario realizar una serie de trabajos previos con el objetivo de obtener información técnica y datos para el cálculo y dimensionamiento de las instalaciones y equipos. En muchos casos, los errores se acumulaban y afectaban tanto a los resultados como a la calidad del trabajo final en su conjunto.

Aunque la Tasa de Abandono no era alta, era necesario actuar para conseguir la excelencia del grupo. Se daban casos en los que los estudiantes no podían hacer un seguimiento sostenido y motivado en el tiempo del proceso de enseñanza y aprendizaje.

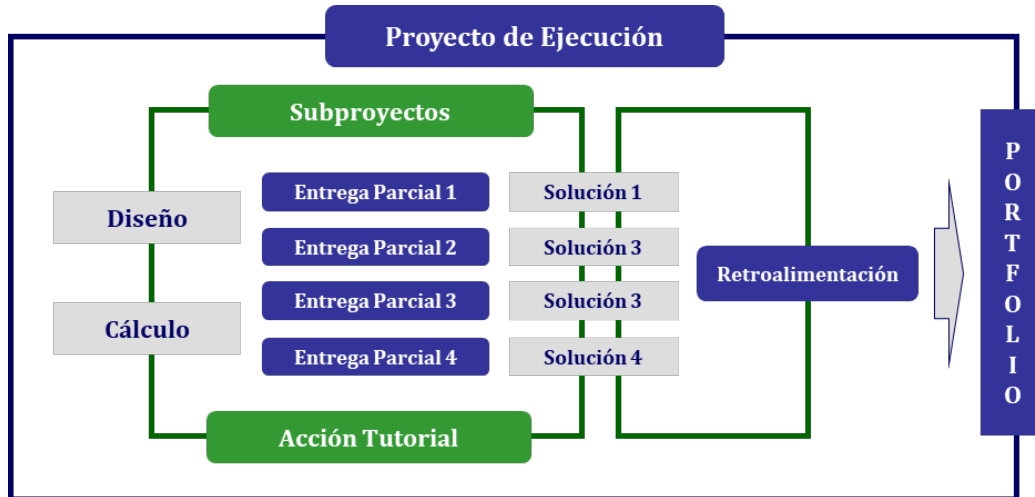
Con el objetivo de atender las necesidades de formación de los estudiantes que no podían hacer un seguimiento continuado de las actividades y, por ende, conseguir un alto aprovechamiento, se propuso un cambio metodológico en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje. Para ello, se aplicó una nueva forma de enseñanza basada en el desarrollo de trabajos intermedios, con entregas parciales para comprobar la evolución en el tiempo y poder, en el caso de no alcanzar los estándares establecidos por el Tutor, retroalimentar el trabajo desarrollado. Secuenciar el desarrollo de los proyectos mediante metas más cercanas y entregas parciales obliga a los estudiantes a concentrarse en el trabajo, adquiriendo el compromiso de responder al desempeño asignado. De esta forma, los avances y logros alcanzados motivan a hacer un seguimiento continuado del proceso de enseñanza y aprendizaje.

#### **4. Metodología**

En la nueva propuesta metodológica se consideraron todos los elementos relacionados con el desarrollo técnico de las instalaciones de los edificios, estableciendo categorías intermedias para conseguir el objetivo final. Esta nueva orientación tenía en cuenta los distintos subproyectos que fundamentan tanto la búsqueda de información como el diseño y desarrollo de los cálculos necesarios para el dimensionado de las diferentes instalaciones.

La propuesta metodológica se aplicó al proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Instalaciones II, con una Carga Docente de 6 Créditos ECTS y que desarrolla los fundamentos teóricos y técnicos de las Instalaciones de Ventilación y Climatización de Edificios. Para ello, los Tutores de la asignatura diseñaron los hitos intermedios necesarios para el desarrollo de los contenidos, estableciendo cinco (5) subproyectos, en los que los estudiantes trabajan durante un tiempo determinado, con la correspondiente asistencia tutorial, y formalizan su entrega en un tiempo determinado conocido de antemano. Posteriormente, se establece la puesta en común de los trabajos realizados y, junto con los Tutores, se establece un diálogo para detectar las “no calidades”, comparando el trabajo realizado con las soluciones para, posteriormente, corregir los errores y retroalimentar el proceso. De esta forma, los siguientes subproyectos se soportan sobre los precedentes, con la seguridad y certeza de su fiabilidad.

Figura 3. Asignaturas de Instalaciones y Asignaturas Relacionadas



Fuente: Elaboración propia, 2022.

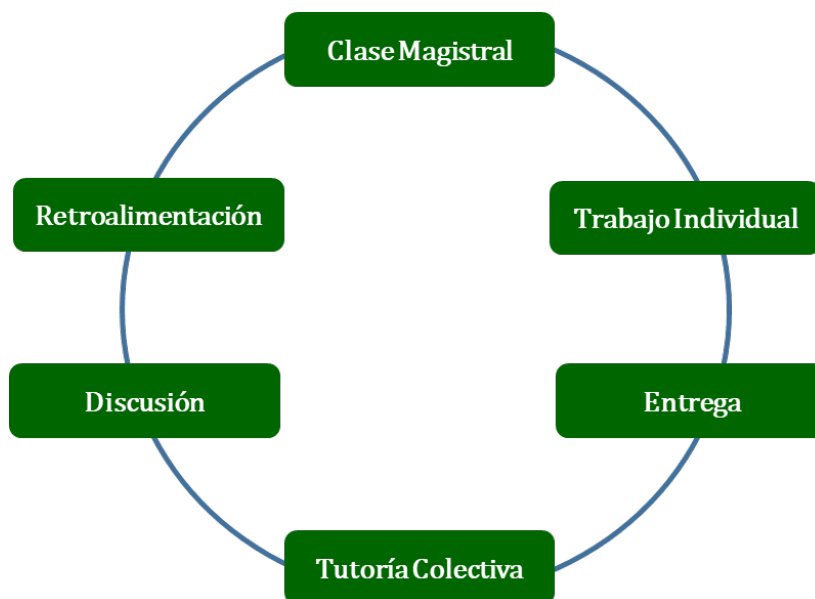
### 4.1 Desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje de Instalaciones II

Para poner en práctica el nuevo proceso metodológico, se utilizaron los contenidos programáticos de la asignatura de Instalaciones II, estructurando los apartados en subproyectos que contemplaran todas las acciones previas para el diseño y cálculo de las instalaciones de ventilación y climatización. De esta forma, se establecieron cinco subproyectos intermedios, secuenciados en el tiempo, que desarrollaban progresivamente los diferentes hitos del proceso de enseñanza y aprendizaje hasta la configuración del total de la instalación.

El proceso se inicia con la presentación del Proyecto de Instalaciones de Ventilación y Calefacción, facilitando a los estudiantes toda la información necesaria referida a las características de la construcción como sus dimensiones, los procedimientos y las técnicas constructivas utilizadas y los materiales empleados, todos estos componentes determinantes para el desarrollo de los trabajos. Posteriormente, el proyecto se estructura en cinco subproyectos que se desarrollan independientemente, pero que están relacionados entre sí, de tal forma que lo realizado en uno de ellos afecta al resto. Este diseño contribuye al aprendizaje y evaluación continua de los conocimientos y configura el Portfolio final para la evaluación del estudiante.

A modo de referencia, cada uno de los subproyectos tiene una temporalización mediante la asignación de una carga de tiempo, acorde con la dificultad de los contenidos y el volumen de trabajo necesario para su desarrollo, de acuerdo con el esquema que se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la nueva metodología



Fuente: Elaboración propia, 2022.

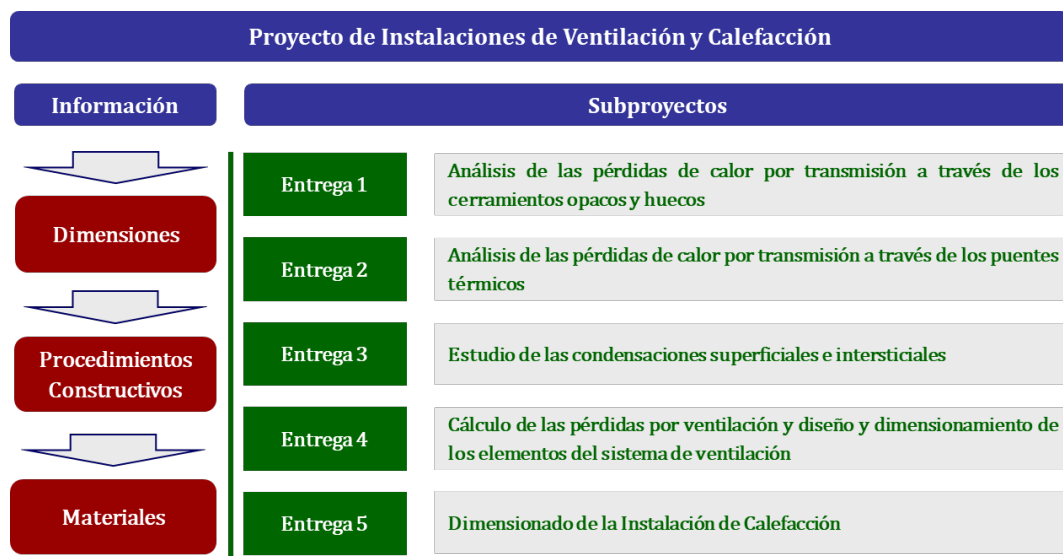
Cada Subproyecto comienza con la exposición magistral del mismo por parte del profesor, explicando los objetivos programáticos que se pretenden alcanzar, los contenidos a desarrollar y las herramientas necesarias para conseguir información y datos. Posteriormente, cada estudiante trabaja cada uno de los apartados y configura los contenidos, así como la forma de formalizar los entregables. Los profesores asisten a los estudiantes, orientándoles y resolviendo las dudas que puedan surgir en el proceso. Finalizado el desarrollo del Subproyecto, se procede a la entrega en el tiempo designado, que es igual para todos los alumnos y que se conoce de antemano.

Entregados los trabajos, se organiza una Tutoría Colectiva para proceder a discutir los distintos apartados del Subproyecto. Se valora la participación activa y las aportaciones realizadas y se predispone a los estudiantes a la discusión y al diálogo constructivo.

Como cada Subproyecto puede basarse en el desarrollo de trabajos precedentes, se posibilita que los estudiantes modifiquen los contenidos de su entrega, retroalimentando el proceso y corrigiendo los errores detectados. De esta forma, el desarrollo de la totalidad del proyecto se va configurando con certidumbre y fiabilidad.

Como se indica en la Figura 5, en la primera entrega se estudia la tipología constructiva del edificio y los materiales utilizados para su construcción. Tomando como referencia la información facilitada por el Tutor, se realiza un cálculo de las pérdidas de calor por transmisión que se producen a través de los cerramientos del edificio y sus huecos. Posteriormente, en la segunda entrega, se realiza el mismo estudio, pero esta vez considerando los puentes térmicos, es decir, las zonas de la envolvente con menor resistencia térmica.

Figura 5. Subproyectos de desarrollo del Proyecto de Ventilación y Calefacción



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Una vez determinadas las pérdidas de calor, en la tercera entrega se realiza un estudio de las condensaciones superficiales e intersticiales producidas en la superficie o en el interior de los cerramientos por la variación de temperatura y/o presión de vapor producidas entre el interior y exterior del edificio.

El cuarto entregable desarrolla el procedimiento de cálculo de las pérdidas producidas por la ventilación, además del proceso de diseño y dimensionado de las instalaciones y equipos del sistema de ventilación. Por último, con la información recabada en los procesos precedentes, se diseña y calcula el sistema de calefacción.

## 4.2 Validación de la metodología y grado de satisfacción

Para conocer el grado de satisfacción de los estudiantes, se diseñó una encuesta que se entregó para su cumplimentación de forma anónima. Veintiún (21) alumnos matriculados en la asignatura participaron en la misma y contestaron a los once indicadores de referencia. En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos, expresados en tanto por ciento (%).

Como se puede observar, de las respuestas realizadas por los estudiantes se puede afirmar que el interés por el seguimiento de la asignatura es muy alto, ya que el 81,0% de los encuestados afirman tener mucho o bastante interés. Por otra parte, esto se corrobora por la asistencia a las clases durante el desarrollo de la asignatura, que muestra registros muy altos, por lo que se consigue el objetivo de eliminar el absentismo que, aunque bajo, sí se daba con frecuencia.

En lo que respecta al uso de las tutorías, se observa un comportamiento desigual, pues todavía es alto el porcentaje de estudiantes que no han hecho uso de las mismas. No obstante, tomando como referencia la experiencia de cursos precedentes, el interés es mayor como consecuencia de la metodología aplicada.



La mayor parte de los estudiantes muestran su acuerdo con el modelo de entregas parciales por hitos o subproyectos, circunstancia que facilita un seguimiento activo del proceso en la totalidad de los encuestados. Se comprueba que el método de trabajo por entregas ayuda a los estudiantes a conseguir sus objetivos (100,0%), siendo la carga de trabajo para conseguirlos no mayor a 8 horas de trabajo en la mayoría de los casos, dedicando la mayoría entre 4 y 8 horas (85,7%), tiempo muy razonable para poder compatibilizar con otras actividades de la titulación.

Un factor determinante con el que los estudiantes muestran su especial conformidad es la fase de puesta en común de los resultados y los debates que surgen, ya que favorecen el proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, la mayoría (57,1%) prefieren trabajar en grupo, objetivo fundamental del proceso de formación, que responde a los modelos de trabajo que hoy en día son utilizados en las empresas. Se observa un éxito contrastado del trabajo colaborativo mediante la puesta en práctica de esta metodología.

**Tabla 2.** Encuesta de satisfacción: Indicadores y resultados

Muestra: 21 estudiantes					
1	¿Cuál es tu grado de interés por la asignatura?				
	Mucho	Bastante	Poco	Muy Poco	Ninguno
%	23,8	57,1	19	0	0
2	¿Con qué frecuencia has asistido a clase durante el desarrollo de la asignatura?				
	> 75%	50% - 75%	50% - 75%	< 25%	
%	95,2	4,8	0	0	
3	¿Con qué frecuencia has hecho uso de las tutorías presenciales o virtuales?				
	> 6 veces	2 y 6 veces	Una vez	No las he utilizado	
%	4,8	19,0	23,8	52,4	
4	¿Los criterios de evaluación han sido claramente comunicados e informados?				
	Mucho	Bastante	Poco	Muy Poco	Nada
%	57,1	33,3	9,5	0	0
5	¿Cuántas horas de estudio o trabajo has necesitado para la realización de cada una de las entregas?				
	> 8 h	4 h - 8 h	2 h - 4 h	< 2 h	
%	4,8	52,4	33,3	9,5	
6	¿La realización del trabajo mediante entregas parciales te parece una opción aceptada?				
	Mucho	Bastante	Poco	Muy Poco	Nada
%	87,5	14,3	0	0	0
7	¿Te ha ayudado la realización de estas entregas al estudio paulatino de la asignatura?				
	Mucho	Bastante	Poco	Muy Poco	Nada
%	71,4	28,6	0	0	0
8	¿Te ha sido útil la discusión de las soluciones en clases, para conocer los aciertos y fallos en las entregas?				
	Mucho	Bastante	Poco	Muy Poco	Nada
%	61,9	38,1	0	0	0

9	¿Prefieres trabajar de forma individual o en grupo?				
	Individual	En Grupo			
%	42,9	57,1			
10	¿La asignatura y su forma de impartirla contribuyen al desarrollo de capacidades de resolución de problemas y razonamiento?				
	Mucho	Bastante	Poco	Muy Poco	Nada
%	38,1	57,1	4,8	0	0
11	¿Consideras que los conocimientos adquiridos durante la realización del trabajo pueden ser útiles en tu futuro profesional?				
	Mucho	Bastante	Poco	Muy Poco	Nada
%	47,6	52,4	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Por último, los resultados a las dos primeras propuestas de los indicadores N° 10 (95,2%) y N° 11 (100,0%) muestran que los estudiantes valoran especialmente el método de enseñanza y aprendizaje utilizado, tanto para el desarrollo de sus capacidades, habilidades y destrezas en los procesos seguidos para el diseño y cálculo de instalaciones de ventilación y calefacción, así como para adquirir competencias para el ejercicio de su profesión, lo que muestra la validez del procedimiento para conseguir los objetivos finales del proceso de formación.

#### 4. Discusión

Aunque esta nueva metodología solo se ha puesto en práctica durante el Segundo Semestre del Curso Académico 2021-2022, circunscribiéndose, tal y como se ha señalado anteriormente, a la asignatura de Instalaciones II del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos, ya se ha podido observar su utilidad para el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto para los Tutores responsables como para los estudiantes.

Desde un punto de vista logístico, la Metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permite a los Tutores responsables estructurar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las instalaciones en pequeños subproyectos, concretos y definidos, con el objetivo de desarrollar el conjunto del proyecto. De esta forma, los estudiantes se esfuerzan en superar las diferentes fases, situando cada hito en el conjunto del proyecto, lo que facilita concentrar los esfuerzos en conseguir los objetivos de aprendizaje de forma progresiva. Por otra parte, mediante esta metodología, se puede hacer un seguimiento activo y más cercano del proceso de aprendizaje de los estudiantes, ya que, al mostrar mayor interés en seguir la dinámica de la asignatura, la interacción Tutor-Estudiante se afianza, consiguiendo incrementar las consultas de seguimiento, aclaraciones puntuales, tutorías personalizadas, etc.

El ABP aplicado al proceso de enseñanza-aprendizaje de las instalaciones de los edificios también es una metodología que propicia establecer un feedback de interacción entre el profesorado y los estudiantes. De esta forma, se puede hacer un seguimiento personalizado por parte de los tutores, que posibilita identificar las potencialidades de los estudiantes para conseguir mejorar su rendimiento.

Por otra parte, el ABP sitúa al estudiante en el centro del proceso de formación, haciéndole partícipe y a la vez responsable de su propio aprendizaje. Esta visión es estratégica para conseguir su implicación y asumir sus responsabilidades personales y de grupo en el proceso de formación.

Se observa también una mayor certidumbre en el trabajo realizado, ya que el proceso de diálogo, debate y posterior retroalimentación, es una forma de aprender que motiva mejorar la propuesta del entregable. La puesta en común y el diálogo motivan el trabajo colaborativo, ya que los objetivos de aprendizaje son comunes. Por otra parte, los estudiantes comparten conocimientos y socializan el aprendizaje.

Un aspecto a destacar es la mejora sustancial del proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que los estudiantes muestran un mayor interés, pues los objetivos que se proponen a corto plazo son más concretos y están más definidos. Además, saben perfectamente situar cada hito en el conjunto del proyecto, lo que les da una visión profesional de conjunto.

Todas estas actividades invitan a participar en el proceso de enseñanza y aprendizaje, evitando el abandono y consiguiendo una actitud muy positiva y proactiva de todos los estudiantes. Conseguir superar los diferentes hitos o subproyectos motiva a seguir trabajando. Además, se percibe que se está aprendiendo en un proceso lógico-funcional, entendiendo la utilidad del trabajo realizado.

Por último, indicar que este tipo de propuestas metodológicas incrementan el trabajo previo de preparación para los docentes. No obstante, este tipo de modelos de enseñanza y aprendizaje son más atractivos para los alumnos y les motivan en su desempeño como estudiantes, siendo una excelente referencia para conseguir una formación profesional de excelente y prepararles para el ejercicio de la profesión.

## **5. Conclusiones**

La experiencia educativa puesta en práctica en la asignatura de Instalaciones II del Grado de Arquitectura Técnica de la Universidad de Burgos ha tenido como objetivo principal el desarrollo de las capacidades cognitivas, organizativas y competenciales de los estudiantes en un entorno profesional, aprovechando las ventajas competitivas del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). En este sentido, los resultados obtenidos permiten afirmar que los estudiantes muestran un mayor interés en el seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje y, como consecuencia, la reducción de la tasa de abandono.

El ABP sitúa al estudiante en el centro del proceso de formación, motivándole a participar en las actividades individuales y colectivas propuestas para la configuración del portfolio. Los objetivos que se proponen a corto plazo son más concretos y están más definidos, con una orientación profesional de conjunto.

Todas las actividades invitan a participar, evitando el abandono y consiguiendo una actitud muy positiva y proactiva de todos los estudiantes. Conseguir superar los diferentes hitos o subproyectos motiva a seguir trabajando. Además, se percibe que se está aprendiendo en un proceso lógico, funcional y finalista, entendiendo la utilidad del trabajo realizado.

Este tipo de propuestas metodológicas incrementan el trabajo previo de preparación para los docentes. No obstante, estas Metodologías Activas de Aprendizaje son más atractivas para los alumnos y les motivan en su desempeño como estudiantes, siendo una excelente referencia para conseguir una formación profesional de excelencia y prepararles para el ejercicio de la profesión en la ejecución de proyectos.

## Referencias

- Ausín, V., Delgado, V. & Casado, R. (2020). Aprendizaje basado en proyectos y estrategias de evaluación formativas: Percepción de los estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 13(1), 93-110. <https://doi.org/10.15366/riee2020.13.1.004>
- Acosta, D., & Cilento, A. (2005). Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo. *Tecnología y Construcción*, 21(1), 15-30.
- Alcalá, M. J., & Gutiérrez, J. D. (2019). El desarrollo sostenible como reto pedagógico de la universidad del siglo XXI. *Anduli. Revista Andaluza de Ciencias Sociales*, 19, 59-80. <https://hdl.handle.net/11441/91567>
- Cabalé, E. & Rodríguez, G. (2017). El desarrollo sostenible en la actividad constructiva/sustainable development in construction activity. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 5(2), 12-23. <https://acortar.link/3FW1fw>
- Carbonell Currello, E. G. y Viñarás Abad, M. (2021). Museos y desarrollo sostenible. Gestión museística y comunicación digital para alcanzar los ODS. *Revista de Ciencias de la Comunicación e Información*, 26, 79-108. <https://doi.org/10.35742/rcci.2021.26.e143>
- Comisión Europea (2019). Pacto Verde Europeo. Unión Europea. [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_es](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es)
- Defensor del Pueblo del Reino de España. (2019). *La vivienda protegida y el alquiler social en España. Separata del Volumen II del Informe Anual 2018*. Madrid, 2019. <https://acortar.link/Rri8LJ>
- Del Pozo, L. & Bueno, J. (2019). La Arquitectura Técnica y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Cercha: Revista de los Aparejadores y Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación*, 40, 8-13. <https://www.cgate.es/cercha/pdf/140.pdf>
- Fajardo, E., & Gil, B. (2019). El aprendizaje basado en proyectos y su relación con el desarrollo de competencias asociadas al trabajo colaborativo. *Amauta*, 17(33), 103-118. <https://doi.org/10.15648/am.33.2019.8>
- Falcón, C., & Arraiz, A. (2017). Construcción eficiente y sostenible de la carrera: el portafolio profesional como recurso de orientación universitaria. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía* 28 (2), 8-29.
- García, J. (2018). Análisis evolutivo de las competencias profesionales del Arquitecto Técnico Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València. Valencia, España. <https://acortar.link/qadcPx>
- Giferu, J. (2019). La integración de medidas de eficiencia energética en el Sector de la Edificación en España a la vista de los objetivos de la UE para los Horizontes 2020-2030. El district heating and cooling. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 10(1), 1-55. <https://doi.org/10.17345/rcda2433>
- Guillén, V., Quesada, F., López, M., & Serrano, A. (2015). Eficiencia energética en edificaciones residenciales. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 4(7), 59-67. <https://doi.org/10.18537/est.v004.n007.07>
- Guillén, N.A. (2019). *La nueva política de vivienda en España y su incidencia en el Plan 2018-2021*. Revista Vasca de Administración Pública-Herri Arduralaritzako Euskal Aldizkaria, (115), 53-102.
- Gutiérrez, S. & Rodríguez, A. (2014). Implementation of PBL methodology (Problem Based Learning) for the bitumen materials in students of Interior Architecture Degree. *Historia y Comunicación Social*, 413-426.. [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_HICS.2014.v19.4503](http://dx.doi.org/10.5209/rev_HICS.2014.v19.4503)
- Gutiérrez, S., Calderón, V. & Rodríguez, A. (2014). *La evaluación en competencias: el estudio del caso aplicado a la formación de alumnos en Prevención y Seguridad en Construcción*. En J. Rodríguez (Ed.), *Experiencias en la adaptación al EEES* (pp. 279-290). McGraw-Hill.
- Gutiérrez, S., Junco, C. & Rodríguez, A. (2017). *Experiencia de Evaluación Continua en la adaptación de la asignatura de Peritaciones y Tasaciones del Grado de Arquitectura Técnica al Espacio Europeo de Educación Superior*. In *Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior: Libro de Resúmenes XIV FECIES* (pp. 334-334). Editorial Universidad de Granada.
- Herrera, R.F. (2017). Collaborative Project-Based Learning of Environments Programming From Civil Engineering Projects. *Revista Electrónica Educare*, 21 (2), 205-222. <https://doi.org/10.15359/ree.21-2.10>
- Lambea, A., Grau, M.A. & Pastor, G. (2020). La sostenibilidad de la vivienda: Razones para incentivar su desarrollo en España. *REVESCO: Revista de Estudios Cooperativos*, 133, 61-70. <https://dx.doi.org/10.5209/REVE.67334>
- López, M. A., García, E., & Andújar, M. D. (2017). *Aprendizaje basado en la metodología BIM en la docencia universitaria de sistemas constructivos*. In *Redes Colaborativas en torno a la Docencia Universitaria*. (pp. 106-114) Universidad de Alicante. <https://acortar.link/YupgpQ>
- Ministerio de Educación y Ciencia (2007). Orden ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico. Gobierno de España.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima*

- 2021-2030. Gobierno de España.  
<https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>
- Ministerio de Vivienda. (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Gobierno de España.  
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-5515-consolidado.pdf>
- Navarro, E., Llinares, C., & Montañana, A. (2010). Factores de satisfacción laboral evocados por los profesionales de la construcción en la Comunidad Valenciana (España). *Revista de la Construcción*, 9(1), 4-16. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2010000100002>
- Nieto, E., Rico, F., Moyano, J. J., Díaz, P., & Antón, D. (2017). Implementation of BIM methodology in the University Degree of Building. Model of workshop integrator in the subject of graphic expressions of technologies. *Advances in Building Education*, 1(3), 37-52. <http://dx.doi.org/10.20868/abe.2017.3.3668>
- Pardo, R. (2021). *Análisis de la sostenibilidad en la rehabilitación de edificios*. Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València. Valencia, España.
- Plaza, A. (2021). *Reciclar para construir: materiales y propuestas constructivas en la arquitectura actual*. Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València. Valencia, España.
- Ponce de Leon Iturry, J. C. (2022). Análisis del discurso jurídico político agroambiental en Bolivia (2006-2019). *Perspectivas de la Comunicación*, 15(2), 249-277
- Rico, B. A., Garay, L. I., & Ruiz, E. F. (2018). Implementation of project-based learning as a tool in applied engineering subjects. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9 (17), 20-57. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.372>
- Rodríguez, F., & Fernández, G. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de construcción*, 25(2), 147-160. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732010000200001>
- Rodríguez, J., Amérigo, M., & Thomas, C. (2017). El fomento de la innovación en el sector de la construcción. VII Congreso Trienal de la Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). La Coruña, España.
- Therán, K. R., & Rodríguez, L. (2018). Hábitat sostenible. Adaptación y mitigación frente al cambio climático. Hacia los territorios resilientes. *Módulo Arquitectura CUC*. 21 (1) 63-96. <http://dx.doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.18.2.2018.03>
- Rieckmann, M. (2017). Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje. UNESCO Publishing. París, Francia. <https://acortar.link/U7IUgg>
- Sáez, M.P. & Burgos, A. (2010). *Innovación metodológica para la adquisición de competencias: Propuesta entre distintas asignaturas de la Titulación de Grado de Ingeniería de Edificación*. In Actas de las I Jornadas sobre Innovación Docente y Adaptación al EEES en las Titulaciones Técnicas (pp. 261-266). Godel Impresiones Digitales.
- Unión Europea. (2018). Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética. <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00075-00091.pdf>
- Unión Europea. (2021). Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de junio de 2021 por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) nº 401/2009 y (UE) 2018/1999 (Legislación europea sobre el clima). Unión Europea. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2021-80937>
- Vargas, F., De la Cruz, Á., & Del Rosario, M. (2021). Vivienda y salud: Eficiencia energética, urbanismo sostenible y Agenda 2030. Conclusiones y futuro. *Revista de Salud Ambiental*, 21(1), 56-64.
- Villanueva, D., Tuesta, N., Alvarado, M.A., Mansilla, M. I. & Rey, M.C. (2021). *Aprendizaje basado en proyectos con edificaciones históricas: inmersión en entornos reales de formación para el Grado en Arquitectura Técnica*. In Innovaciones docentes en tiempos de pandemia. Actas del VI congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación, CINAIC 2021 (pp. 244-250). Universidad Politécnica de Madrid. <http://dx.doi.org/10.26754/CINAIC.2021.0048>
- Zhovkva, O. (2020). Los principios de eficiencia energética y respeto al medio ambiente para complejos multifuncionales. *Revista Ingeniería de Construcción*, 35(3), 308-320. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000300308>