

CUIEET

Gijón

Gijón,
25, 26 y 27 de
junio 2018

XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL
XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa
En las Enseñanzas Técnicas
25-27 de junio de 2018
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

Índice de ponencias

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 ^{er} curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521

Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests & voices</i>	1054

Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

Índice de ponencias

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



Desarrollo BIM de un proyecto industrial en el contexto de un Trabajo de Fin de Grado colaborativo.

BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project.

Patricia Zulueta Pérez^a, Moisés Blanco Caballero^b, Alberto Sánchez Lite^c e Ignacio Alonso Fernández-Coppel^d

^aUniversidad de Valladolid/Escuela de Ingenierías Industriales, pzulueta@eii.uva.es, ^bUniversidad de Valladolid/Escuela de Ingenierías Industriales, moisesbc@uva.es, ^cUniversidad de Valladolid/Escuela de Ingenierías Industriales, asanchez@eii.uva.es, ^dUniversidad de Valladolid/Escuela de Ingenierías Industriales, ignacio.alonso.fernandez-coppel@uva.es.

Abstract Times New Roman 11

This research constitutes a new phase in the implementation of the Building Information Modeling (BIM) methodology at the Industrial Engineering School (EII, in its Spanish acronym) of the University of Valladolid. In this case, the main objective is establishing a process to do the End of Degree Project in a group, shared and collaborative way within a BIM environment. This proposal is focused on the real essence of the BIM methodology, which is its collaborative power. If we did not have used that characteristic, we would not reach a conceptually comprehensive project at all, and we would always be in isolated partial phases of BIM. Along the whole process we have applied a collaborative learning system, which had been used before in the teaching of technical projects along with an intern collaborative methodology used by teachers. In order to materialize the experience we have set up an interdisciplinary team integrated by four students from different Degrees titles of the EII, who will elaborate BIM models and required documents to develop a whole industrial project. Those subprojects will eventually form the End of Degree Projects.

Keywords: *BIM Methodology, collaborative methodologies, technical projects, End-of-degree Project.*

Resumen

Este estudio constituye una nueva etapa del proceso de implantación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Valladolid. En este caso lo que se pretende conseguir, como innovación educativa, es el establecimiento de un proceso de Trabajo Fin de Grado (TFG) grupal, compartido y colaborativo en un entorno BIM. La presente propuesta queda ampliamente justificada al centrarse en la verdadera esencia de dicha metodología que es su gran poder colaborativo. Sin hacer uso de esta característica propia de este sistema, no se llegaría a alcanzar en ningún caso un proyecto conceptualmente integral, permaneciendo en todos los casos en etapas parciales de BIM. Durante todo el proceso se ha aplicado un sistema de aprendizaje colaborativo, utilizado con anterioridad en la docencia de proyectos técnicos, junto a una metodología colaborativa interna entre los docentes implicados. Para la materialización de la experiencia, se ha formado un equipo interdisciplinar de cuatro alumnos, de diferentes titulaciones de grado de la EII, que elaborará los modelos BIM y el resto de documentación requerida para desarrollar un proyecto industrial completo. El trabajo final estará constituido por los subproyectos que constituirán los TFGs.

Palabras clave: *Metodología BIM, metodologías colaborativas, proyectos técnicos, Trabajo de Fin de Grado.*

Introducción

El presente trabajo se enmarca dentro de las directrices de un Proyecto de Innovación Docente en desarrollo, llevado a cabo durante el curso 2017-2018, titulado *Desarrollo colaborativo de Trabajos Fin de Grado en un entorno BIM (Building Information Modeling)*, cuyos participantes constituyen el equipo docente autor de este estudio.

Subiendo un escalón más en el proceso de implantación de la metodología BIM en la Escuela de Ingenierías Industriales (EII) de la Universidad de Valladolid (Blanco, Zulueta, Alonso, Sánchez, 2017), en esta nueva fase de búsqueda de puntos de encuentro entre la incorporación de las habilidades inherentes a la metodología BIM y las prácticas educativas, se pretende establecer, como innovación, una línea de trabajo grupal para Trabajos de Fin de Grado (TFGs) realizados en un entorno BIM. Analizando los resultados obtenidos de la realización de TFGs encuadrados en BIM de cursos precedentes, se ha llegado a la conclusión de que, una vez adquiridas las habilidades y destrezas individuales propias de este método en materia de proyectos por parte de los estudiantes, resulta necesario comenzar

una nueva etapa, la del TFG realizado en equipo, compartido y colaborativo, estableciendo un flujo de trabajo eficiente entre todos los agentes implicados.

En las enseñanzas de Grado en Ingeniería Industrial el Trabajo Fin de Grado, incluido dentro de la formación obligatoria marcada por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), posee unos objetivos y desarrollo de competencias clave para el estudiante en su formación técnica. La respuesta del alumno respecto al modo de enfrentarse al reto marcado en el Trabajo Fin de Grado (Rodríguez, 2011), el planteamiento por parte del docente (Pueyo, Sánchez, Pastor, Ortín, Lara, Bujosa, Oliva, 2008) y su evaluación (Villamañe, 2017) son elementos clave.

En la guía docente de la asignatura TFG de los grados de Ingeniería Industrial de la Universidad de Valladolid, se indica que el trabajo *“será desarrollado y defendido individualmente sin perjuicio de que, excepcionalmente, y cuando el tema elegido así lo aconseje, pueda ser elaborado en colaboración con otros estudiantes”*. En este sentido, la presente propuesta de TFG grupal queda ampliamente justificada al centrarse en la verdadera esencia de la metodología BIM que es su gran poder colaborativo. Sin hacer uso de esta característica propia del sistema, no se llegaría a alcanzar en ningún caso un proyecto conceptualmente integral, permaneciendo en todos los casos en etapas parciales de BIM (Succar, 2005).

Durante todo el proceso se ha aplicado un sistema de aprendizaje colaborativo de extenso recorrido en la docencia de proyectos técnicos. Se está aplicando asimismo, una metodología colaborativa entre los docentes implicados, llevándose a cabo el proceso de manera conjunta y simultánea por los cuatro profesores integrantes del equipo, mediante unos principios específicos de colaboración interna, para conseguir los objetivos propuestos.

Para la materialización de la experiencia, consistente en la realización de un Trabajo de Fin de Grado grupal y colaborativo, se conforma un equipo interdisciplinar de cuatro alumnos de distintas titulaciones de grado de la EII que elaborará los modelos BIM y el resto de documentación requerida para desarrollar un proyecto completo. El trabajo final estará constituido por los subproyectos que constituirán los TFGs.

El proyecto consistirá en la intervención sobre un conjunto industrial existente perteneciente al Patrimonio Industrial español, la Fábrica de Harinas situada sobre el río Pisuerga en el municipio de Simancas de la provincia de Valladolid. El conjunto está constituido por un edificio principal -la propia fábrica- de cuatro plantas y sótano, y dos edificios auxiliares -almacenes y paneras-, interviniendo en este trabajo únicamente en el edificio principal (Figura 1)

El Modelado BIM es un sistema colaborativo que actualmente está plenamente desarrollado en el diseño y la gestión de las industrias involucradas en el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC). Sin embargo, en el ámbito de las intervenciones en el Patri-

monio Cultural y Arquitectónico, son muy pocos los estudios dedicados a gestionar modelos de información (Nieto, Moyano, Rico, Antón, 2016).

Según se extrae del Plan Nacional del Patrimonio Industrial, debido a la diversidad de circunstancias que concurren en el hecho industrial y su patrimonio, se produce la reconciliación entre los campos de las ciencias y las humanidades gracias a la necesaria interdisciplinariedad que requiere su estudio. La industrialización como proceso histórico permite la conexión de la historia contemporánea española con la Europa surgida de la revolución científica y de la Ilustración. El patrimonio industrial, incluyendo en él sus bases científicas, sus procedimientos y técnicas, los conflictos sociales y medioambientales, sus contenidos simbólicos y sus extraordinarios paisajes, emergen como un yacimiento de recursos culturales dotado de enorme potencia y visibilidad, para actuar como un eje estructurante de acciones de investigación, creación, difusión y dinamización económica (Plan Nacional de Patrimonio Industrial, 2015).

Por todo ello estamos profundamente convencidos de que resulta fundamental, desde nuestro contexto académico de la EII, plantear unas prácticas educativas basadas en una intervención respetuosa en un edificio de estas características y manifestar lo adecuado de la metodología BIM en este tipo de intervenciones.

Objetivos

Como se ha explicado, el objetivo principal que nos han guiado a la hora de formalizar el presente proyecto de innovación es el establecimiento de una metodología de trabajo grupal para TFGs realizados en un entorno BIM, integrando al estudiante de ingeniería en un proceso BIM conceptualmente completo durante la realización del TFG. Para ello será necesario recorrer todas las etapas necesarias para la consecución de un proyecto integral, así como consolidar el concepto de BIM como una metodología proyectual colaborativa y no como la adopción de una determinada tecnología.

En este entorno es indispensable organizar el método de gestión de la información en un contexto de colaboración entre los agentes intervinientes y desarrollar un espíritu colaborativo y un comportamiento ético durante los procesos de debate y discusión.

Mediante el impulso del conocimiento de las nuevas herramientas tecnológicas que se están imponiendo en el mundo de la ingeniería se espera, igualmente, fomentar la adquisición de competencias de carácter técnico y las referentes a la capacidad de planificación, colaboración, coordinación y gestión, así como integrar conocimientos y habilidades y adquirir madurez como paso previo a la vida profesional.

Al finalizar la experiencia, tras la exposición y defensa de los TFGs, se evaluará los resultados para la mejora de la adquisición de conocimientos y competencia en enseñanza de proyectos técnicos.

Durante todo el proceso se espera asimismo, evaluar la influencia del establecimiento de una metodología colaborativa entre los docentes implicados.

Metodología

La planificación establecida para llevar a cabo este trabajo, se compone de 15 fases consecutivas que comenzaron en el mes de septiembre de 2017 y terminarán en los meses de junio o julio de 2018 y se pueden concretar en las siguientes:

1. Primera reunión de coordinación del equipo docente, con el planteamiento del método colaborativo a llevar a cabo y toma de decisiones sobre la tipología de proyecto a desarrollar en el TFG grupal.
2. Establecimiento de la metodología colaborativa entre docentes (tutores de TFGs).
3. Publicación en la web de la EII de las propuestas de TFG.
4. Selección de material, bibliografía de apoyo y software BIM, consecución de un repositorio y de una red en la nube de comunicación eficiente entre el grupo.
5. Formalizar los acuerdos de tutelas, asignando los subproyectos del proyecto integral previsto a los alumnos interesados en participar. Los estudiantes implicados pertenecen a las titulaciones de grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica.
6. Segunda reunión de coordinación del equipo docente para realizar un análisis global a la vista del número de estudiantes implicados y su especialización según el grado cursado.
7. Elaboración de un Plan de Ejecución BIM (PEB).
8. Primera reunión del equipo completo: docentes y alumnos.
9. Establecimiento de la metodología de compartición de trabajo propia de BIM a través de la nube para conseguir un flujo de trabajo compartido eficiente, sincronizado en tiempo real, en distintas ubicaciones, a través de un proyecto central y subproyectos.
10. Elaboración de TFGs.
11. Seguimiento mediante tutorías individuales y grupales.
12. Reuniones de coordinación y puntos de revisión.
13. Finalización y presentación de TFGs.
14. Evaluación de los resultados.

15. Comunicación, exposición y presentación de los trabajos.

En el momento actual nos encontramos inmersos en la fase 10.

Durante la primera fase es en la que se decidió qué tipología de edificio era adecuada para la intervención. Las premisas de partida, por el entorno académico en el que nos encontramos, eran las de un proyecto industrial para trabajar con BIM. Hasta el momento nos habíamos centrado en los TFGs individuales sobre edificios de planta nueva o sobre aquellos otros, actuales, sobre los que teníamos acceso a documentación básica en 2D. Nos pareció oportuno, el intentar trabajar sobre un edificio existente perteneciente al Patrimonio industrial de nuestra Provincia como es la fábrica de harinas ubicada en el municipio de Simancas.

A partir de este momento los profesores implicados comenzamos a preparar detalladamente las prácticas educativas a llevar a cabo durante todo el proceso, que culminó con la formalización de un Plan de Ejecución BIM (PEB), en el cual se especificaba minuciosamente la asignación de los usos de BIM, roles y responsabilidades, entregables, tipos de modelos, versiones de software, planificación temporal mediante fases e hitos, trabajo colaborativo previsto, etc. Toda la documentación de planificación e información que se generó durante estas fases previas se colocó para acceso de todo el equipo, estudiantes y tutores, en servicios de alojamiento de archivos multiplataforma en la nube.

Asimismo, los docentes implicados realizamos tareas previas de búsqueda de documentación en archivos y en el Ayuntamiento de la localidad con resultados prácticamente nulos. Se encontró una documentación básica en una publicación sobre las fábricas de harina de la provincia de Valladolid que ha servido, únicamente, como orientación inicial para el levantamiento a realizar (Figura 2).

Se ha llevado a cabo, junto con los alumnos, un exhaustivo trabajo de campo realizando mediciones con aparatos topográficos para obtener medidas reales del edificio y cotas del terreno circundante y poder realizar el modelado BIM del estado actual del edificio industrial, etapa en la que nos encontramos actualmente, junto al análisis de usos y alternativas posibles.

Resultados

En el momento en que nos encontramos, los resultados son parciales puesto que el proceso está en curso, de manera que se han completado 9 de las 15 acciones previstas expuestas en el apartado anterior, estando inmersos actualmente en las fases de modelado de estado actual del edificio de la fábrica de harinas y de evaluación de alternativas.

Una vez concluido el proceso completo se esperan obtener los siguientes resultados:

- ✓ Alcanzar un aprendizaje eficaz y permanente en los estudiantes en materia de proyectos técnicos y en la metodología BIM.
- ✓ Conseguir que el alumno egresado esté preparado para formar parte de un equipo de trabajo profesional pluridisciplinario.
- ✓ Mejorar el posicionamiento actual de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid en cuanto a la implantación de BIM en la enseñanza de grado dentro de las universidades públicas españolas.
- ✓ Consolidar BIM como filosofía de trabajo en materia de proyectos en la EII, tanto en intervenciones de nueva planta, como en la remodelación y mejora de edificios existentes, o en la rehabilitación de edificios históricos.
- ✓ Llevar a cabo por parte del equipo docente unas prácticas educativas suficientemente eficaces, motivadoras e innovadoras para lograr que los futuros ingenieros formados en nuestra escuela, alcancen el necesario y obligado nivel de formación en esta nueva filosofía de trabajo imperante en el mundo del proyecto. Ese horizonte, cercano, ha sido fijado en el presente año 2018 por la Comisión BIM creada por el Ministerio de Fomento, estableciendo que a partir de esa fecha los proyectos oficiales del sector AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) deberán realizarse mediante la citada metodología.

Conclusiones

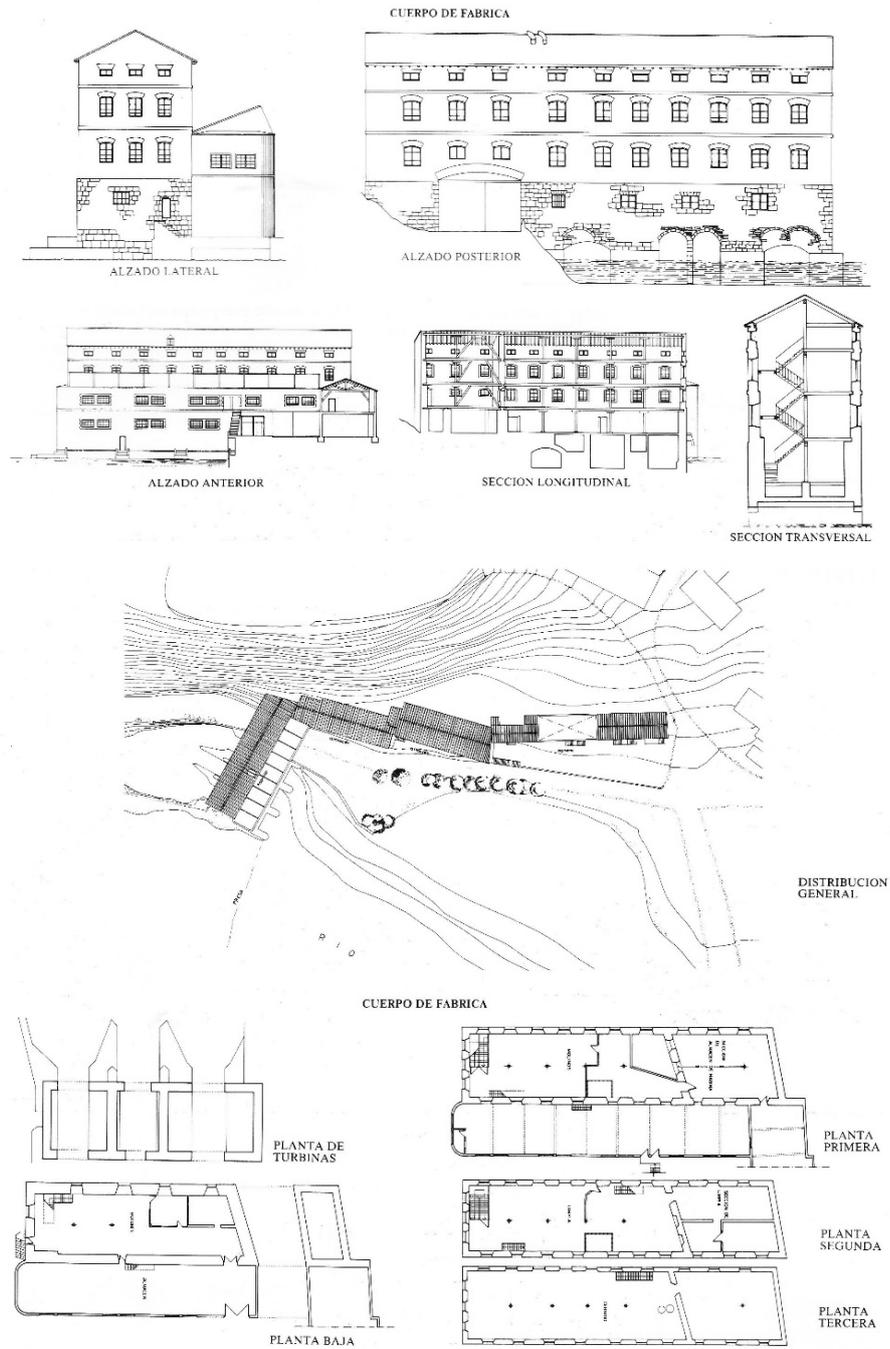
En el momento en el que se realiza este trabajo no está concluido el presente proyecto de innovación, por lo cual no se han extraído conclusiones finales concretas. Sin embargo tras las etapas del trabajo ya concluidas se valora muy positivamente el establecimiento un flujo de trabajo eficiente. Un trabajo de estas características asegura la adquisición de las competencias generales que figura en las guías docentes de los TFgs de las diferentes titulaciones de la EII, entre las que figura el trabajo en equipo, así como las competencias específicas que podríamos sintetizar en la adquisición de una cultura del proyecto y la capacidad para desarrollar procesos proyectuales. Esta nueva etapa de la implantación de BIM en el entorno educativo supone, para el alumno de Ingeniería Industrial, un estímulo como enlace entre los estudios universitarios y la práctica profesional al participar en un proyecto técnico integral, compartido, colaborativo, en el que se reúnen las partes interesadas aportando los conocimientos adquiridos con anterioridad y alcanzando el grado de madurez necesario para su integración en la vida profesional.

Se espera que una vez finalizado el proceso se hayan logrado los objetivos previstos desde un inicio y se hayan alcanzado los resultados esperados, para poder continuar la experiencia en próximos cursos llegando a cotas más elevadas de la necesaria implantación de BIM en una escuela de Ingenierías Industriales.

Figura 1 Fotografías de la fábrica de harinas en Simancas (Valladolid). Fuente: elaboración propia (2017).



Figura 2 Documentación gráfica publicada de la fábrica de harinas de Simancas (Valladolid). Fuente: Carrera, M. A. (1990)



Referencias

- Blanco, M., Zulueta, P., Alonso, I., Sánchez, A. (2017). *Implementation of BIM in the Subject Technical Industrial Projects –Degree in Industrial Technologies Engineering-University of Valladolid*. En Ayuso, J. L., Yagüe, J. L., Capuz-Rizo, S. (Eds.) *Project Management and Engineering Research*. AEIPRO 2016. *Lecture Notes in Management and Industrial Engineering*. Springer International Publishing AG. 278 p.p., 247-260.
- Carrera, M. A. (1990). *Las fábricas de harina en la provincia de Valladolid*. Ed. Caja de Ahorros Provincial de Valladolid. Valladolid. 318 p.p.
- Nieto, J. E., Moyano, J. J., Rico, F., Antón, D. (2016). Management of Built Heritage via the HBIM Project: A case study of flooring and wall tiling. *Virtual Archaeology Review*, 7(14), 1-12. <http://dx.doi.org/10.4995/var.2016.4349>.
- Plan Nacional de Patrimonio Industrial. (2015). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte Ed. Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones. Madrid. 46 p.p.
- Pueyo, Á. P., Sánchez, B. T., Pastor, V. M. L., Ortín, N. U., Lara, E. R., Bujosa, M. C., & Oliva, F. J. C. (2008). Evaluación formativa y compartida en la docencia universitaria y el Espacio Europeo de Educación Superior: cuestiones clave para su puesta en práctica. Formative and shared assessment in Higher Education and European Area of Higher Education: key questions for. *Revista de Educación*, 347, 435-451.
- Rodríguez, I. R. (2011). ¿Cómo afrontar el trabajo fin de grado? Un problema o una oportunidad para culminar con el desarrollo de las competencias/How deal the grade work? A problem or an opportunity to complete the development of skills. *Revista Complutense de Educación*, 22(2), 179.
- Succar, B. (2005), *BIM ThinkSpace. Part of the BIME Initiative (bimexcellence.org)*. Recuperado de <http://www.bimthinkspace.com/>. (Fecha de consulta 17 febrero de 2018).
- Villamañe, M. (2017). *Análisis y mejora de los marcos actuales de desarrollo y evaluación de los Trabajos Fin de Grado mediante el uso de las TIC* (Tesis doctoral). Universidad del País Vasco. Donostia.