



Experiencia docente colaborativa entre universidades. Desarrollo de las dimensiones 4D y 5D a partir de un modelo 3D BIM

**Collaborative educational experience between universities.
Development of the 4D and 5D dimensions from a 3D BIM model.**

Nelia Valverde Gascueña ¹, Juan Pedro Ruiz Fernández ¹, M^a Paz Sáez-Pérez ^{2*}

¹ Department of civil engineering and building, E.P. of Cuenca University of Castilla La Mancha. Spain.

^{2*} Department of architectural constructions, E.T.S. Engineering of building of Granada. Campus Fuentenueva. Avda. Severo Ochoa s/n. 18071 University of Granada. Spain.

*Autor de correspondencia: mpsaez@ugr.es, +34-696881126

Recibido: 12/12/2017 | Aceptado: 23/05/2018 | Fecha de publicación: 31/08/2018
DOI: 10.20868/abe.2018.2.3789

TITULARES

- Metodología de trabajo colaborativa BIM para el desarrollo de las dimensiones 4D y 5D
- Equipos multidisciplinares, diferente ubicación: la realidad actual de la profesión
- Mejora del proceso de aprendizaje por la incorporación de herramientas informáticas

HIGHLIGHTS

- BIM collaborative work methodology for the development of 4D and 5D dimensions
- Multidisciplinary teams, different location: the current reality of the profession
- Improvement of the process of learning by the incorporation of computer tools

RESUMEN

Esta investigación recoge actuaciones que, como propuesta de experiencia de innovación docente, se pretenden desarrollar en el curso académico 2017-2018, derivadas del trabajo colaborativo entre los profesores de las Asignaturas “Mediciones y Presupuestos” y “Ejecución de Obras y Gestión Económica”, del Grado en Ingeniería de Edificación de la Universidad de Castilla-La Mancha (España) y “Mediciones y Presupuestos” del Grado en Edificación de la Universidad de Granada (España). Para llevar a cabo la investigación se ha diseñado un proyecto en el que se combinan contenidos y aplicaciones de las asignaturas implicadas a través de metodologías activas asentándose sobre dos aspectos esenciales: el conocimiento por los alumnos de los conceptos fundamentales y el desarrollo de estos a través de la realización de un trabajo común en el que se incluirá la utilización de programas informáticos propios de las disciplinas mencionadas (Synchro Pro, Presto), de uso habitual y extendido en el ámbito profesional a nivel nacional e internacional y de acuerdo a la metodología de trabajo colaborativa BIM (Building Information Modeling). Todo ello permitirá contar con distintas experiencias sobre una misma actuación; además, la incorporación de las herramientas informáticas en el proceso metodológico de las asignaturas obligatorias en los planes de estudios supondrá una mejora indiscutible en el proceso de aprendizaje del estudiante que, a su vez y sobre todo en los últimos cursos, las asumen como algo necesario para su futura actividad profesional. Llevar a cabo estas experiencias también les hará percibir de forma clara la componente de transversalidad y el trabajo en equipo, lo que también es demandado por las empresas del sector.

Palabras clave: *Mediciones y presupuestos; planificación; metodologías activas; BIM; experiencia interuniversitaria.*

ABSTRACT

This paper presents an educational innovation experience proposal, to develop in academic year 2017-2018. This experience includes actions derives from the collaborative work between teachers of "Measurements and Budgets" and "Construction Works and Economic Management", within Degree in Building Engineering of Castilla-La Mancha University (Spain) and "Measurements and Budgets" within Degree in Building of Granada University (Spain). Educational experience should take a teaching system based on student's individual and collective work, using active methodologies regarding with two basic factors: students' knowledge of fundamental concepts and the development of these concepts through a common academic work with specific software, habitual and extended in the national and international professional scope (BIM, SYNCHRO Pro, Presto). The IT tools incorporation in methodological process of the obligatory subjects should lead to an indisputable improvement in the learning process, especially in the last courses, necessary for their future professional activity. The students learn the importance of teamwork and the concept of transversality, which the companies in the sector also request. This way, the student will acquire subjects' skills and competences, without forgetting the global context of their degree. Interest and need to know, reason and relate will take part of student's daily activity, favoring later his professional activity.

Keywords: *Measurements and budgets; scheduling; active methodologies; BIM, interuniversity experience.*

1. INTRODUCCIÓN

La evolución actual de la sociedad requiere un proceso de aprendizaje constante a lo largo de la vida que potencie cada vez más la gestión de la información. Dentro del ámbito universitario, esta consideración actual del aprendizaje adquiere matices propios que la dotan de una especial dificultad: por un lado, la transmisión y adquisición del conocimiento presenta una mayor tendencia a la fragmentación y la especialización; por otro lado, como la renovación del conocimiento se realiza con más rapidez que en épocas anteriores, su desfase también es mayor. Por este motivo, tal y como establecen [1], en la actualidad el conocimiento debe concebirse desde una cierta perspectiva que pondere no sólo su complejidad, sino su mutabilidad y su carácter relativo.

Esta visión más abierta y un tanto relativa del conocimiento abre paso, tal y como lo consideran [2] y [3], al diseño de un nuevo sistema docente de carácter más interdisciplinar, integrador y constructivo que poco a poco empieza a implantarse en las universidades. En este sistema la teoría no se concibe como una entidad independiente de la formación práctica, que los estudiantes requieren cada vez en mayor medida junto a su mayor adecuación a las demandas del mercado laboral [4]; por el contrario, tiene que convertirse en el soporte de un sistema de aprendizaje autónomo por parte del alumno bajo la tutoría del profesor.

Indudablemente, la implantación del EEES está suponiendo cambios en los procesos formativos universitarios que pueden reconocerse lentos pero a la vez más profundos. Entre los cambios producidos se reconoce en primer lugar el creciente protagonismo del estudiante en su propio proceso formativo, incluso en aquellos aspectos que tradicionalmente venían siendo

competencia exclusiva del docente, como es el caso de la evaluación.

Otro cambio destacado hace referencia al descenso de la clase magistral como metodología docente, lo requiere que se diseñen estrategias que permitan cubrir los contenidos de las asignaturas a la vez que se trabajan las competencias establecidas para el título.

Algunas publicaciones previas en el ámbito de la innovación docente [5], [6], [7], [8], [9], [10] complementadas con diversas publicaciones de los autores [11], [12], [13], [14], ponen de manifiesto que la aplicación de metodologías activas ha demostrado beneficios cuantificables en el contexto temático que se aborda y permiten el cumplimiento de los objetivos formativos y competenciales previstos, así como la mejora en la realización del proceso de evaluación.

En relación con esta cuestión, el ámbito en el que se desarrolla la docencia de las asignaturas tratadas obliga a considerar la implicación directa que tienen sus competencias y habilidades en el desarrollo profesional relacionado, a lo que se une el uso de medios actuales y en constante cambio que el sector de la ingeniería y la edificación requiere en el contexto de la gestión económica y la organización del proceso constructivo, ayudando a la optimización de los procesos; lo que, de acuerdo a los objetivos docentes, permite trabajar con diferentes medios optimizando el uso pedagógico como forma de aprendizaje.

De acuerdo con estos planteamientos, esta investigación recoge actuaciones que, como propuesta de experiencia docente, será implementada en los próximos cursos académicos, comenzando por el próximo curso 2017-2018. Para llevarla a cabo se ha diseñado un proyecto en el que se combinan contenidos y aplicaciones de las asignaturas implicadas (figura 1).

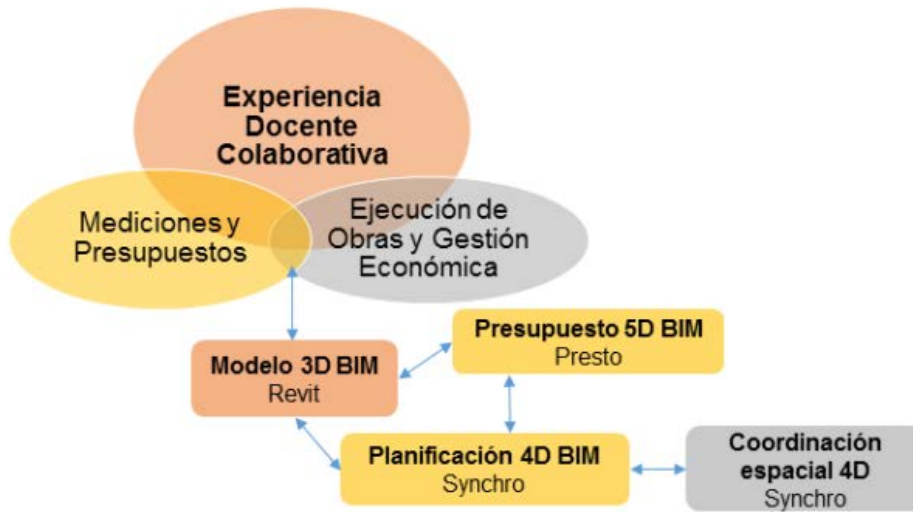


Fig. 1. Esquema de la experiencia docente colaborativa

Se destaca por su interés la adaptación que se está realizando a la propuesta común, por una parte, combina contenidos y aplicaciones de las asignaturas implicadas, derivados de experiencias previas y del trabajo colaborativo entre los profesores de las Asignaturas “Mediciones y Presupuestos” y “Ejecución de Obras y Gestión Económica”, asignaturas

obligatorias del Grado en Ingeniería de Edificación de la Universidad de Castilla-La Mancha y “Mediciones y Presupuestos” del Grado en Edificación de la Universidad de Granada (ambas situadas en España) y por otra parte permitirá contar con distintas experiencias sobre una misma actuación (figura 2).



Fig. 2. Trabajo colaborativo entre universidades

A su vez, la experiencia docente permitirá al estudiante adquirir habilidades, destrezas y competencias concretas de las asignaturas, tanto las específicas como las genéricas, comunes para todos: correcta comunicación oral y escrita, técnicas de trabajo en equipo, razonamiento crítico, toma de decisiones, tratamiento de conflictos y negociación, aprendizaje autónomo, etc., sin olvidar el contexto global de la titulación en la que se encuentran. De esta manera, el interés y la necesidad de conocer, razonar y relacionar se generarán como parte de la actividad diaria del estudiante favoreciendo posteriormente su actividad profesional, todo ello a través de temáticas y medios relevantes y útiles.

Partiendo de estas premisas, la experiencia docente se orienta hacia un sistema de enseñanza basado en el trabajo individual y en grupo de los alumnos, a través del uso de metodologías activas asentadas sobre dos aspectos esenciales: el conocimiento de los conceptos fundamentales de las asignaturas, extraídos de las sesiones teóricas y prácticas impartidas; y el desarrollo de esos conceptos a través de la realización de un trabajo común en el que se incluirá la utilización de herramientas informáticas propias de las disciplinas mencionadas, siendo además los de uso más habitual y extendido en el ámbito profesional a nivel nacional e internacional. Precisamente, la incorporación de estas herramientas en el proceso metodológico de las asignaturas obligatorias de los planes de estudios supondrá una mejora indiscutible en el proceso de aprendizaje del estudiante, que a su vez y sobre todo en los últimos cursos las asumen como algo necesario para su futura actividad profesional.

Para ello, se plantea un proyecto en el que tras analizar y desarrollar en cursos anteriores, [11], [12], [13], [14], distintas estrategias de aprendizaje (basado en problemas, proyectos,

trabajos en grupo y defensa, etc.), se acoge ahora una experiencia mixta donde se emplearán técnicas de aprendizaje colaborativo y de trabajo individual, basada en un proceso continuo de evolución por parte del estudiante y en la supervisión paralela del profesorado.

El objetivo principal de esta experiencia docente debe ser entendido no sólo con el único fin de manejar unos programas informáticos, sino de hacerlo con criterio técnico y relacionando los resultados de estos programas con los conocimientos propios de un Graduado en Ingeniería de Edificación/Graduado en Edificación.

2 OBJETIVOS

Según se ha expuesto anteriormente, una de las razones principales de esta propuesta es ofrecer una alternativa atractiva a la educación tradicional haciendo más énfasis en lo que aprende el estudiante que en lo que enseña el docente, lo que da lugar a una mayor comprensión, motivación y participación del alumno en el proceso de aprendizaje.

En consecuencia, los objetivos específicos de la experiencia docente son los siguientes:

- Potenciar el desarrollo de habilidades y competencias específicas y genéricas en relación con la gestión económica y la organización del proceso constructivo.
- Desarrollar metodología de aprendizaje específica apoyada por herramientas informáticas de planificación y presupuestación.
- Evaluar la aplicación metodológica, analizando posteriormente los resultados y comparando los mismos para realizar propuestas de mejora.

3 METODOLOGÍA

En los últimos diez años, el modelado de información para la edificación, más conocido como metodología BIM (Building Information Modeling), se ha implantado de forma progresiva en diferentes países que, a través de sus Administraciones y siguiendo la recomendación de la Directiva 2014/24/UE sobre contratación pública, [15], han impuesto o considerado su aplicación en obra pública, [16]. En España, el Ministerio de Fomento crea en 2015 la Comisión Nacional “es.BIM”, que se encarga de analizar la implantación BIM en el sector y su introducción en las licitaciones públicas. Uno de los objetivos de la Comisión es promover esta metodología de trabajo colaborativa tanto en el ámbito profesional como en el docente, [17].

Si bien la filosofía que actualmente denominamos BIM nació hace más de cuarenta años, es ahora realmente cuando los avances informáticos y de telecomunicación permiten realizar una gestión coordinada entre equipos multidisciplinares y actuar de forma cooperativa sobre un único modelo desde puestos de trabajo distintos. Precisamente es en el ámbito docente, el que nos compete, donde creemos que hay que empezar a conocer y a experimentar esta forma de trabajo, cumpliendo así con el interés de una formación de acuerdo a la realidad profesional; lo que también ha sido una demanda recurrente en los últimos años de la titulación de Arquitectura Técnica y en los primeros del Grado en Ingeniería de Edificación/Graduado en Edificación, cuando se requería introducir en la formación el manejo de los programas informáticos de uso más habitual en el ejercicio de la profesión. Los temarios de varias asignaturas de la carrera comenzaron a atender parcialmente esta demanda, entre otras las correspondientes a las áreas de Gestión Presupuestaria y

Organización del Proceso Constructivo impartidas por los profesores responsables de este trabajo; no obstante, es clara la necesidad de avanzar en este sentido y profundizar en la verdadera esencia del BIM.

Por todo ello, a la hora de decidir y diseñar la investigación como proyecto formativo se han tenido en cuenta dos líneas principales intensificadas con la idea ya mencionada de implantación de la metodología BIM dentro de los planes de estudios del Grado en Ingeniería de Edificación/Graduado en Edificación: por un lado, una línea de actuación docente en la que se encuentran inmersos los profesores autores del documento; y, por otro lado, la conformación de una actuación conjunta entre universidades, que refuerza el concepto de trabajo colaborativo entre equipos con ubicaciones diferentes.

Desde hace ya varios cursos, los profesores de la presente investigación han estado realizando diferentes actividades que permitieran favorecer los esfuerzos de los alumnos a la hora de aprobar las materias, pero la actualidad requiere además de alternativas al aprendizaje continuo y a la adquisición de competencias. Para ello, se han aplicado distintas técnicas en función de la temática y la complejidad conceptual, teniendo en cuenta además el número de alumnos, el número de horas que el método exige y la evaluación de las competencias adquiridas.

La propuesta tiene previsto implantarse de forma gradual durante el próximo curso académico en asignaturas obligatorias de 6 ECTS sobre un grupo previsto máximo de 100 estudiantes pertenecientes a las dos universidades ya mencionadas, evaluando los resultados mediante técnicas cualitativas y cuantitativas.

Se proponen tres bloques fundamentales:

BLOQUE 1: Cursos de especialización con determinados programas informáticos.

BLOQUE 2: Trabajo en grupo: desarrollo de las dimensiones 4D (planificación) y 5D (presupuesto) partiendo de un modelo 3D desarrollado según la metodología BIM.

BLOQUE 3: Puesta en común, análisis de resultados y propuesta de mejoras.

Mientras que los bloques 1 y 3 se plantean fuera de la docencia de las asignaturas elegidas, el bloque 2 se incorporará a dichas asignaturas como una actividad más, con los criterios de evaluación y las valoraciones establecidas en las respectivas guías docentes.

En la figura 3 se presenta una propuesta de esquema de la planificación general de la experiencia docente colaborativa.

ESQUEMA PARA LA PLANIFICACIÓN GENERAL DE LA EXPERIENCIA DOCENTE COLABORATIVA

1. JUSTIFICACIÓN
2. ORGANIZACIÓN DE LA PROPUESTA
3. PLANIFICACIÓN GENERAL
 - Competencias a alcanzar o resultados esperados
 - Contenidos
 - Actividades de aprendizaje
 - Evaluación
4. ORGANIZACIÓN TEMPORAL DE BLOQUES
 - Título del bloque
 - Sesión de inicio del módulo
 - Periodo de trabajo
 - Tutor responsable
5. ORGANIZACIÓN INTERNA DE LOS BLOQUES
 - Sesión presencial o videoconferencia
 - Trabajo no presencial:
 - Foro virtual.
 - Trabajo autónomo.
6. ORGANIZACIÓN INTERNA DE LA TUTORÍA
 - Tiempos
 - Lugar
 - Modalidad
 - Tutores
7. METODOLOGÍA
8. EVALUACIÓN
9. INVERSIÓN DE TIEMPO ESTIMADA DE LOS PARTICIPANTES

Fig. 3. *Propuesta de esquema para la planificación general de la experiencia docente*

La duración aproximada total se estima en función de la organización interna de los bloques, que se divide de forma general entre las sesiones presenciales o de videoconferencia y el trabajo no presencial a través de foros virtuales y del trabajo autónomo de los estudiantes:

BLOQUE 1: Cursos de especialización

Tiempo estimado 50 horas.

Sesión presencial o videoconferencia: coordinada por un profesor, de 20 horas de duración por cada uno de los cursos, según horario y lugar determinados.

Trabajo no presencial:

- En un foro virtual, dinamizado por el mismo profesor, sobre la relación entre los cursos y la docencia de las asignaturas implicadas, aspectos a incorporar, propuestas de casos, otras actividades, etc. Tiempo estimado: 10 horas.

BLOQUE 2: Trabajo en grupo

Tiempo estimado 50 horas.

Sesión presencial o videoconferencia: coordinada por un profesor, de 5 horas de duración, según horario y lugar determinados.

Trabajo no presencial:

- En un foro virtual, dinamizado por el mismo profesor, sobre la relación entre el trabajo y la docencia de las asignaturas implicadas. Tiempo estimado: 10 horas.

- Autónomo, para desarrollar el trabajo. Tiempo estimado: 35 horas.

BLOQUE 3: Puesta en común, análisis de resultados y propuesta de mejoras

Tiempo estimado 50 horas.

Sesión presencial o videoconferencia: coordinada por un profesor, de 5 horas de duración, según horario y lugar determinados.

Trabajo no presencial:

- En un foro virtual, dinamizado por el mismo profesor, sobre la relación entre el trabajo y la docencia de las asignaturas implicadas. Tiempo estimado: 10 horas.

- Autónomo, para realizar determinadas actividades planteadas por el profesor. Tiempo estimado: 35 horas.

TIEMPO ESTIMADO TOTAL: 150 horas

3.1. BLOQUE 1: Cursos de especialización con determinados programas informáticos.

En primer lugar, se ofrece al estudiante la posibilidad de realizar dos cursos de especialización con programas informáticos relacionados con la elaboración de presupuestos y con la planificación de obras que serán impartidos en los dos centros implicados: Escuela Politécnica de Cuenca y Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de Granada, de forma que cualquier estudiante interesado pueda realizarlos de forma independiente a la propuesta docente. Los programas elegidos para cada uno de los cursos son los de uso más habitual y extendido en el ámbito profesional a nivel nacional e internacional (figura 4).

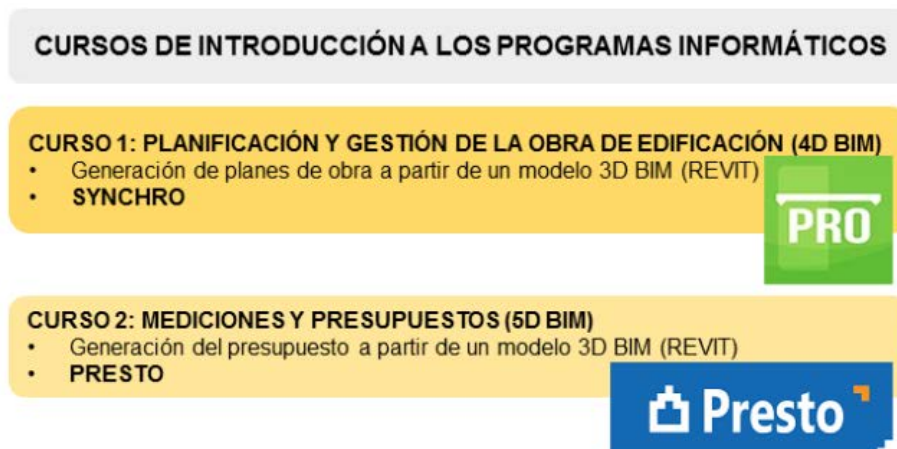


Fig. 4. Cursos de introducción a los programas informáticos elegidos

La realización de estos cursos fuera de las horas lectivas de las asignaturas elegidas para la experiencia interuniversitaria se justifica por la necesidad de incorporar el trabajo en grupo de la propuesta sin que ello suponga, inicialmente, una merma en los contenidos actuales de las asignaturas.

Por otro lado, la elección de software se basa en un estudio previo realizado por el profesorado de esta investigación en cuanto al análisis de las aplicaciones existentes a nivel nacional e internacional en torno a la incorporación de la información de tiempos (4D BIM) y de costes (5D BIM) de un proyecto de edificación.

Finalmente, para llevar a cabo la propuesta docente se ha determinado utilizar las siguientes aplicaciones informáticas:

1. Synchro PRO: es un software de planificación BIM 4D que “facilita la vinculación de los modelos BIM 3D a las actividades programadas, permitiendo así crear simulaciones de proyectos para identificar y resolver conflictos espacio-tiempo de forma dinámica y optimizar el rendimiento del proyecto”, [18].
2. Presto: es un software de presupuestación BIM 5D que a partir de “Cost-It”, el complemento de Revit para Presto, genera automáticamente todo el paquete de información necesario para ofertar un proyecto, incluyendo las especificaciones, las unidades de obra con sus mediciones estructuradas en la EDT del proyecto, los planos e incluso un modelo IFC”, [19].

Las licencias informáticas necesarias para llevar a cabo la experiencia docente se gestionarán directamente con las empresas responsables, procurando llegar al acuerdo de ofrecer licencias gratuitas temporales para todos los alumnos que participen en la propuesta.

Complementariamente a los cursos de introducción a los programas informáticos, la docencia de cada una de las asignaturas implicadas profundizará en el conocimiento de determinados conceptos teóricos que ayuden a utilizar los programas con propiedad, así como en las posibilidades de gestión y exposición de los resultados obtenidos con dichos programas.

3.2. BLOQUE 2: Trabajo en grupo. Desarrollo de las dimensiones 4D (planificación) y 5D (presupuesto) partiendo de un modelo 3D desarrollado según la metodología BIM.

Hay que destacar el carácter de implantación progresiva de la propuesta en cuanto a la incorporación de los alumnos a las asignaturas. En el primer curso académico para la puesta en marcha de la investigación, participarán todos los estudiantes matriculados en las asignaturas de “Ejecución de Obras y Gestión Económica” y “Mediciones y Presupuestos” del Grado en Ingeniería de Edificación impartido en la Escuela Politécnica de Cuenca, más los estudiantes que estén matriculados en la asignatura “Mediciones y Presupuestos” del Grado en Edificación impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de Granada, y que de manera voluntaria quieran participar en la experiencia docente colaborativa. La colaboración entre universidades de puntos alejados de la geografía española, además de permitirnos experimentar con las infinitas posibilidades de las actuales infraestructuras de telecomunicación, nos permite aumentar el tamaño de la muestra para que la variabilidad de los resultados sea menor.

Por otra parte, la coyuntura actual de los planes de estudios del Grado de Ingeniería de

Edificación de Cuenca y Grado en Edificación de Granada es la que ha impulsado al equipo de trabajo a plantear la experiencia dentro las asignaturas ya mencionadas y, por tanto, dentro de las dimensiones o fases 4D (tiempos) y 5D (costes) de la filosofía BIM. En el caso del plan de estudios de Cuenca, las materias de Gestión Presupuestaria y Organización del Proceso Constructivo engloban tres asignaturas de carácter obligatorio, de 6 ECTS cada una: “Mediciones y Presupuestos”, perteneciente al primer cuatrimestre del cuarto curso; “Planificación, Organización y Control de obras”, del segundo cuatrimestre del tercer curso; y “Ejecución de Obras y Gestión Económica”, también del primer cuatrimestre del cuarto curso y que incorpora competencias específicas de ambas materias. La elección de

las dos asignaturas que se imparten en el mismo curso y en el mismo cuatrimestre no impide la coordinación entre ambas, al contrario, es más que posible la organización de los contenidos gracias a la colaboración entre el profesorado encargado de las mismas, lo que facilita bastante la propuesta docente que se expone. A ellas se une la asignatura de Mediciones y Presupuestos de Granada, que con una misma carga docente, 6 ECTS, se imparte en el segundo cuatrimestre de tercer curso.

Según lo dicho anteriormente, se propone un trabajo en grupo común a las dos Escuelas que será desarrollado como una actividad más dentro de las asignaturas elegidas en cada titulación (figura 5).

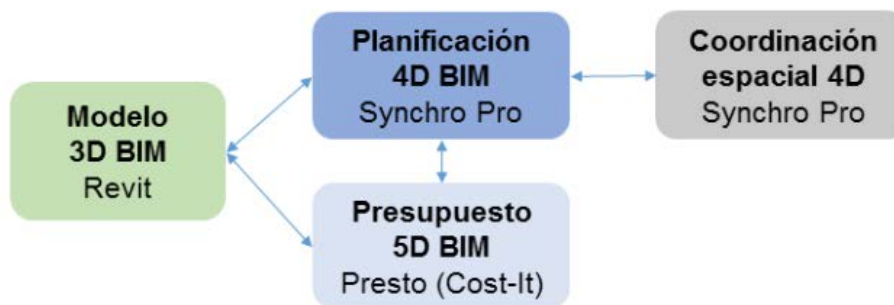


Fig. 5. Organigrama implementación Bloque 2. Trabajo en grupo

Según puede observarse en la figura 6 se ha optado por modelar un pequeño almacén con un proceso constructivo poco complejo, para que los estudiantes no encuentren grandes dificultades a la hora de afrontar la planificación de la obra y su presupuestación. Del mismo modo, el nivel de desarrollo del modelo en Revit no será muy elevado (en torno a un LOD 300) para poder terminar la programación con Synchro y el presupuesto con Presto y, posteriormente, insertar la información

generada de nuevo en Revit para completar el modelo.

A partir del modelo propuesto se realizará la programación (4D) de la obra, apoyados en los conceptos teóricos previamente impartidos en la asignatura “Ejecución de Obras y Gestión Económica” y ayudados por el software Synchro (figura 7).

Experiencia docente colaborativa entre universidades.
Desarrollo de las dimensiones 4D y 5D a partir de un modelo 3D BIM
 Nelia Valverde Gascuña, Juan Pedro Ruiz Fernández, M^a Paz Sáez-Pérez

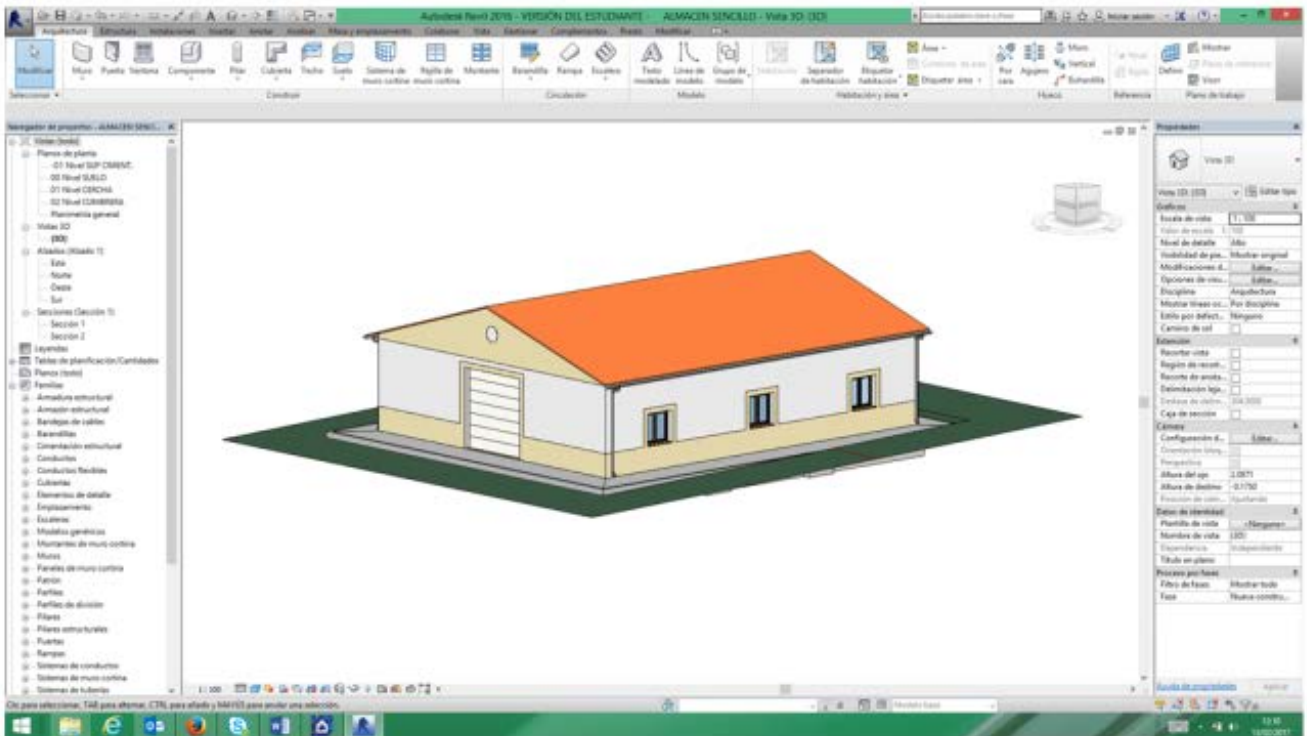


Fig. 6. Modelo 3D propuesto realizado con Revit

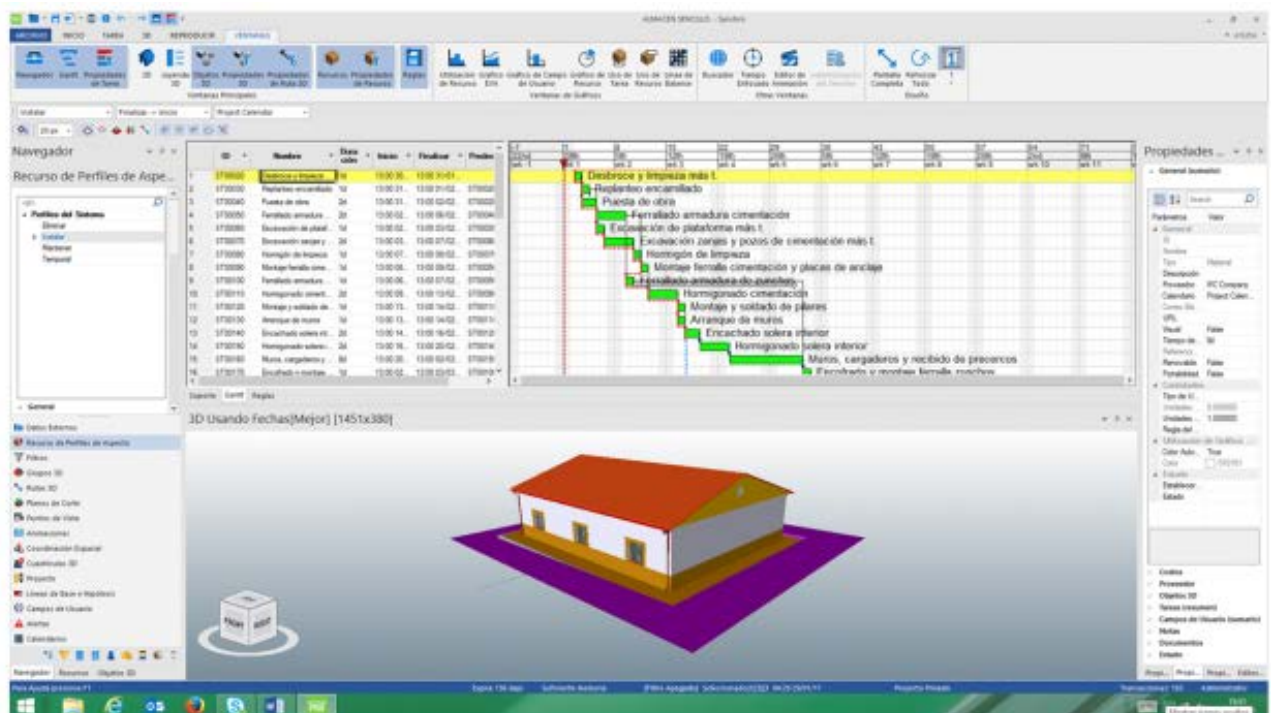


Fig. 7. Planificación del modelo con el programa Synchro PRO

En cuanto a las fases de trabajo, en primer lugar se confeccionará un Diagrama de Barras o Diagrama de Gantt justificado como resultado de una Red de Flechas o de Precedencias, entendiendo por “justificado” un diagrama donde las actividades estén ordenadas con lógica constructiva y donde la duración de las mismas se haya calculado con criterio técnico. Posteriormente, tras importar el modelo 3D desde Revit, los elementos del mismo se vincularán a cada una de las actividades del

Gantt para poder visualizar en tiempo real la secuencia de construcción.

Una vez realizada la programación, se extraerán las mediciones mediante el complemento Cos-It instalado en Revit para posteriormente completar el presupuesto (5D) dentro del software Presto, basándonos en los conceptos teóricos previamente impartidos en la asignatura “Mediciones y Presupuestos” (figura 8).

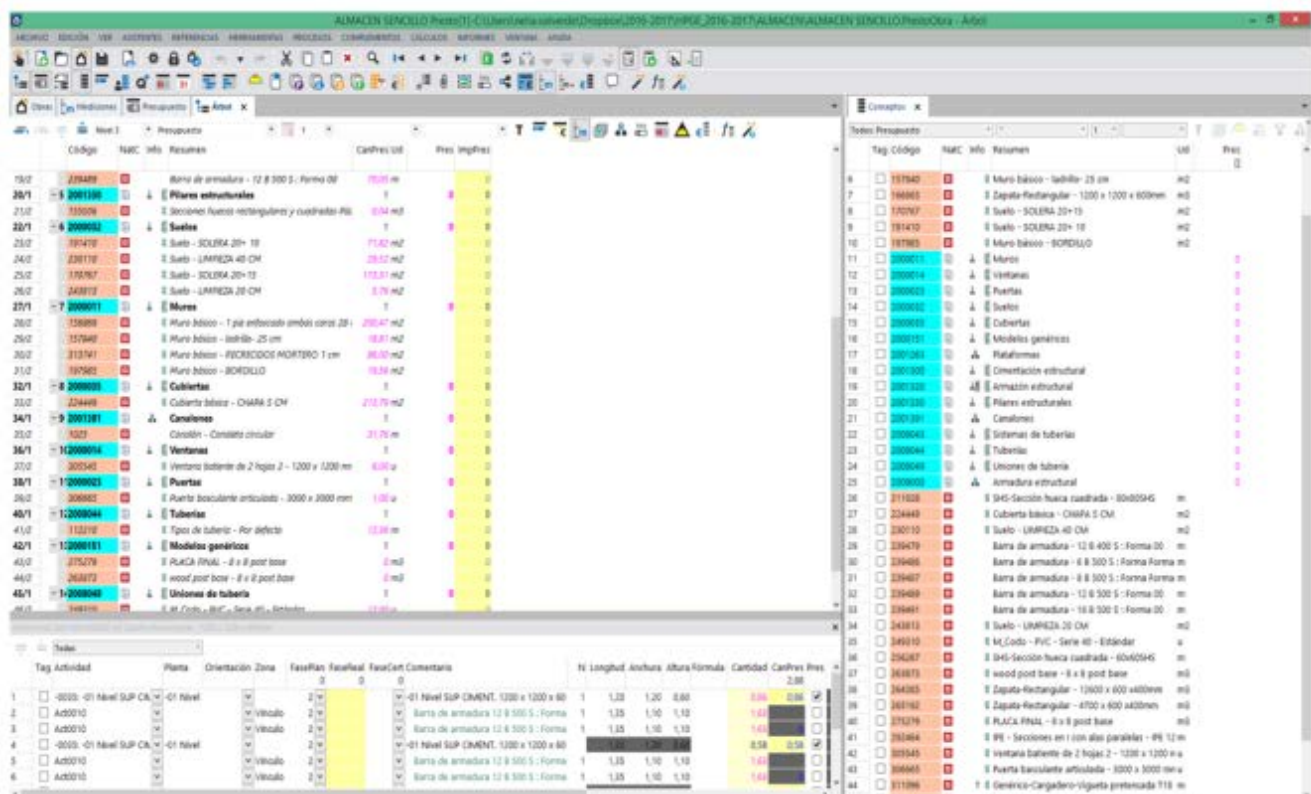


Fig. 8. Extracción de mediciones con el complemento Cost-It de Presto

Tras extraer las mediciones, es necesario realizar un análisis de las unidades de obra generadas y de las líneas de medición asociadas a las mismas, para ello nos apoyamos en la trazabilidad del programa: podemos seleccionar un elemento en Revit y localizar en el presupuesto las líneas de medición que le corresponden y, al revés, seleccionando en Presto líneas de medición o

unidades de obra se seleccionarán automáticamente los elementos del modelo de Revit a los que corresponden. Tras este análisis estamos en disposición de utilizar una base de precios como referencia para asignar precios a las unidades de obra; una vez copiados los códigos oportunos se procederá a actualizar los conceptos según la base de precios elegida, completando así el presupuesto.

Finalmente, emplearemos la animación visual 4D en tiempo real de Synchro para producir vídeos que nos permitan evaluar distintas opciones y mejorar la planificación del proyecto. Esta capacidad de visualización permitirá a los estudiantes identificar y resolver conflictos espaciales y temporales de forma dinámica para optimizar el rendimiento del proyecto potenciando el trabajo en equipo.

Una vez completadas las dimensiones 4D y 5D, se aprovechará la bidireccionalidad de las aplicaciones informáticas elegidas para completar el modelo 3D con la información añadida de los tiempos y los costes.

De esta forma, toda la información del proyecto quedará centralizada en un único modelo de información digital creado por equipos multidisciplinares, lo que al final es el objetivo perseguido por la metodología de trabajo colaborativo BIM.

En base a los objetivos propuestos, el trabajo en grupo planteado para la experiencia interuniversitaria quedará incorporado a la guía docente de las asignaturas elegidas como otro bloque de actividad más, que será considerado a la hora de la calificación final en base a los criterios de evaluación establecidos y al cual se asignará una inversión temporal determinada, que se ajustará en lo posible a la planificación general de la propuesta. Además, para facilitar a los estudiantes la tarea a desarrollar, se ha previsto la preparación de una guía didáctica específica para el trabajo cooperativo donde se indiquen las instrucciones correspondientes para su realización. Dentro de esta guía específica cabe destacar la incorporación de un cronograma con los hitos de entregas parciales necesarias para el seguimiento continuo por parte del profesor, adaptados a las fechas de calendario del curso, generando así una retroalimentación imprescindible para el

correcto avance del trabajo; también se incluirá una rúbrica de calificación en forma de tabla (elaboración propia adaptado de [20]) con los indicadores de logro y sus correspondientes puntuaciones asignadas en función de los niveles de dominio, que utilizará el tutor para la corrección de los trabajos y que además servirá de orientación en el proceso de autoevaluación de los alumnos. Los indicadores de logro propuestos en este caso son los siguientes:

Calidad de la presentación escrita y de la redacción

A (10): La presentación escrita del trabajo es excelente: está muy bien estructurada y los formatos están muy cuidados. La redacción del trabajo es excelente: no hay faltas de ortografía, el vocabulario empleado es muy rico, las ideas se entienden perfectamente, las conclusiones son muy interesantes.

B (7-9): La presentación escrita del trabajo es buena: está bien estructurada y los formatos están bastante cuidados. La redacción del trabajo es buena: no hay apenas faltas de ortografía, el vocabulario empleado es bastante amplio, las ideas se entienden bien, las conclusiones son interesantes.

C (4-6): La presentación escrita del trabajo es regular: está muy poco estructurada y los formatos están bastante descuidados. La redacción del trabajo es regular: hay bastantes faltas de ortografía, el vocabulario empleado es bastante pobre, algunas ideas no se entienden bien, las conclusiones son pobres.

D (1-3): La presentación escrita del trabajo es mala: está mal estructurada y los formatos están muy descuidados. La redacción del trabajo es mala: hay muchas faltas de ortografía, el vocabulario empleado es muy limitado, las ideas son confusas y difíciles de entender, las conclusiones son inexistentes.

Comprensión y asimilación de contenidos

A (10): Los contenidos teóricos abordados en el trabajo en grupo han sido completamente comprendidos y asimilados. Se puede observar una aplicación muy acertada de los conocimientos aprendidos, que han sido perfectamente integrados por el alumno.

B (7-9): Los contenidos teóricos abordados en el trabajo en grupo han sido comprendidos y asimilados. Se puede observar una aplicación bastante acertada de los conocimientos aprendidos., que han sido bien integrados por el alumno.

C (4-6): Los contenidos teóricos abordados en el trabajo en grupo apenas han sido comprendidos y asimilados. Se puede observar cierta aplicación de los conocimientos aprendidos, aunque en muchos casos es errónea o superficial. El alumno no ha integrado completamente los contenidos.

D (1-3): Los contenidos teóricos abordados en el trabajo en grupo no han sido comprendidos ni asimilados. No se puede observar una aplicación de los conocimientos aprendidos, los intentos realizados son erróneos o inexistentes. El alumno no ha integrado los contenidos.

Trabajo en equipo y presentación oral

A (10): No se ha presentado ningún tipo de conflicto. La implicación del alumno ha sido indiscutible y se puede observar un aprendizaje muy significativo. La presentación oral del trabajo es excelente: el ponente habla con ritmo pausado y muy tranquilo, transmite las ideas perfectamente.

B (7-9): Se ha presentado algún conflicto. Se puede observar un aprendizaje significativo, aunque el alumno podría haberse implicado un poco más. La presentación oral del trabajo es buena: el ponente habla despacio y está tranquilo, transmite bien las ideas.

C (4-6): Se han presentado bastantes conflictos. Se puede observar cierto aprendizaje, aunque el alumno podría haberse implicado más. La presentación oral del trabajo es regular: el ponente habla rápido y está bastante nervioso, no transmite bien las ideas.

D (1-3): Se han presentado muchos tipos de conflicto y no se puede observar ningún aprendizaje significativo por parte del alumno. La presentación oral del trabajo es muy mala: el ponente habla muy rápido y está muy nervioso, transmite mal las ideas.

3.3. BLOQUE 3: Puesta en común, análisis de resultados y propuesta de mejoras

La propuesta tiene un marcado carácter participativo, porque debe generar frecuentes intercambios presenciales o virtuales y porque quiere ser un espacio de enriquecimiento mutuo entre profesor y alumno. En coherencia con los métodos que se proponen, los tutores fomentarán la actividad de los participantes.

Antes de comenzar la experiencia deberán quedar definidas las responsabilidades formativas de los profesores. Se presentan dos roles diferenciados que pueden coincidir, o no, en el mismo profesor:

1. Consultores

Presentan los contenidos de los bloques.
Dinamizan los foros virtuales.
Plantean determinadas actividades muy acotadas.

2. Tutores

Realizan el seguimiento individual de cada alumno.
Realizan el seguimiento de los trabajos en grupo.

Dinamizan las sesiones sobre la puesta en común de los trabajos, el análisis de los resultados y la realización de la propuesta de mejoras.

Por todo ello, la experiencia se completará con encuentros entre profesores y alumnos de ambas universidades realizados de manera presencial o a través de videoconferencia y planteados en dos fases:

1ª Fase: encuentros entre profesores

Estos encuentros serán previos al comienzo del curso académico. Los objetivos de los mismos serán realizar la planificación general de la experiencia docente entre ambas universidades y repartir las responsabilidades formativas.

2ª Fase: encuentros entre alumnos

Estos encuentros se realizarán las veces que sean necesarias para el correcto desarrollo del trabajo en grupo y una última vez al finalizar dicho trabajo con el objeto de llevar a cabo la puesta en común de los resultados.

Una vez terminado el bloque 2 se estará en disposición de realizar la puesta en común de todos los trabajos en grupo: todas las presentaciones se realizarán en Power Point

según una plantilla propuesta previamente por los tutores; el tiempo de exposición será limitado y se repartirá entre todos los miembros del grupo; a continuación habrá unos minutos para responder a las posibles cuestiones planteadas. Posteriormente, los estudiantes llevarán a cabo una sesión de análisis de resultados que finalizará con la redacción de unas conclusiones generales (grado de dificultad del trabajo, coordinación entre los miembros del grupo, eficacia de las reuniones virtuales...). A continuación, se rellenarán unos cuestionarios con el fin de obtener información cuantitativa y cualitativa acerca de la experiencia docente colaborativa: planificación general, inversión de tiempo, cursos informáticos realizados, sesiones de presenciales y por videoconferencia, tutorías, foros virtuales... Por último, después del tratamiento oportuno de los datos extraídos, se podrán plantear propuestas de mejora a implementar durante el siguiente curso académico, las cuales ofrecerán la retroalimentación necesaria para ir perfeccionando el método. En la tabla 1 se presenta la plantilla a la que se adaptará la propuesta de análisis y mejoras de la experiencia interuniversitaria.

	QUÉ HACEMOS	FORTALEZAS	DEBILIDADES	PROPUESTAS
BLOQUE 1				
BLOQUE 2				
BLOQUE 3				

Tabla 1. Plantilla para la propuesta de análisis y mejoras

4 CONCLUSIONES

Conviene tomar conciencia de que ahora estamos en un momento en el que necesitamos más investigación aplicada sobre los nuevos modos de hacer docencia en la universidad actual. Nos corresponde poner de manifiesto la importancia de los instrumentos y procedimientos empleados, que determinarán en gran medida la forma en que el estudiante afronte su propio proceso de aprendizaje.

A partir de las experiencias conocidas de diversos proyectos de innovación y de diversas publicaciones, se ha podido comprobar que las competencias genéricas pueden incluirse sin grandes dificultades en las actividades implementadas para el logro de los objetivos formativos. A su vez, los estudiantes, sobre todo en los últimos cursos, asumen estas competencias genéricas como algo necesario. Las experiencias que se llevan a cabo en distintas asignaturas les hacen percibir que las empresas del sector, y la sociedad en general, van a demandar de ellos una serie de habilidades más allá de las técnicas que como mínimo deben conocer, aplicar e incluso dominar.

No obstante, para la obtención de resultados totales y su correspondiente consideración de innovación por su eficacia será necesario esperar los resultados parciales del método durante algunos cursos académicos, apoyados siempre en el proceso continuo de propuesta de mejoras.

Por otra parte, las herramientas informáticas utilizadas para desarrollar la metodología de trabajo colaborativa BIM, unidas necesariamente a los fundamentos, principios y conceptos propios de las enseñanzas regladas de la titulación, supondrán una mejora indiscutible en el proceso de aprendizaje. El estudiante podrá comprobar que toda la

información del proyecto se puede centralizar en un único modelo de información digital, lo que al final es el objetivo perseguido por la metodología propuesta tanto a nivel docente como a nivel profesional; y también podrá comprobar la similitud con la manera de trabajar en la profesión, cada vez más, con equipos multidisciplinares ubicados en puestos de trabajos diferentes.

Consideramos que el carácter progresivo de la investigación en cuanto a la incorporación de estudiantes de otra universidad en una sola asignatura de las implicadas en la experiencia es una fortaleza a destacar, ya que facilitará el proceso de adaptación a la propuesta y reducirá las posibles debilidades que puedan aparecer en su desarrollo.

REFERENCIAS

- [1] Monereo, C. y Pozo, J.L. La Universidad ante la nueva cultura educativa, 2003.
- [2] Cruz, M.C. "Necesidad y objetivos de la formación pedagógica del profesor universitario". Revista de Educación, 2003, 331, p.35-66.
- [3] Fernández, A. "Formación pedagógica y desarrollo profesional de los profesores de universidad: análisis de las diferentes estrategias". Revista de Educación, 2003, 331, p.171-199. <http://dx.DOI:10.4438/1988-592X-0034-8082-RE>
- [4] Alonso, J. "Motivación y estrategias de aprendizaje. Principios para su mejora en alumnos universitarios". En A. García Valcárcel ed. Didáctica Universitaria, Madrid: La Muralla, 2001, p.79-111.
- [5] Grimaldo-Moreno, F.; Arevalillo-Herráez, M. "Metodología Docente Orientada a la Mejora de la Motivación y Rendimiento Académico

Basada en el Desarrollo de Competencias Transversales”. Revista iberoamericana de tecnologías del Aprendizaje, IEEE-RITA, 2011, Vol. 6, Nº 2, May., pp.70-77.

[6] Buscá, F.; Pintor, P.; Martínez, L. y Peire, T. “Sistemas y procedimientos de evaluación formativa en docencia universitaria: resultados de 34 casos aplicados durante el curso académico 2007-2008”. Estudios sobre educación, 2010, Vol. 18, pp. 255-276.

[7] Reddy, Y.M.; Andrade, H. “A review of rubric use in higher education”. Assessment & evaluation in higher education, 2010, Vol. 35. Nº 4, pp. 435-448.
<http://dx.doi.org/10.1080/02602930902862859>

[8] Blanco Blanco, A. La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: estrategias útiles para el profesorado, 2008.

[9] Jonsson, A.; Svingby, G. “The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences”. Educational research review, 2007, Vol. 2, pp.130-144.

[10] Mills, J. E; Treagust D. F. “Engineering education—is problem-based or project-based learning the answer?” Australasian Journal of Engineering Education, 2003, Vol. 3, pp. 2-16.

[11] Sáez Pérez, M. P.; Frechilla Alonso M. A.; Rodríguez Esteban, M. A. “La rúbrica: metodología evaluativa-formativa en el grado de edificación. Experiencia interuniversitaria”. Revista Opción, Año 31. No especial 4. Universidad de Zulia, 2015, pp.: 846-867.

[12] Sáez-Pérez, M.P.; Burgos-Núñez, A. Innovación metodológica para la adquisición de competencias propuesta entre distintas asignaturas de la titulación de grado de ingeniería de edificación. I Jornadas sobre innovación docente y adaptación al EEES en

las titulaciones técnicas. Universidad de Granada. Granada. España, 2010.

[13] Olmo-García, J.C.; Márquez García, M.L.; Delgado-Olmos, A.H.; Henares Cuéllar, I.; Burgos-Núñez, A.; Sáez-Pérez, M^a P. “La expresión gráfica arquitectónica y en la ingeniería dentro de un sistema colaborativo y transversal”. X Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. La participación y el compromiso de la comunidad universitaria. Universidad de Alicante, 2012, pp.1436-1445. I.S.B.N.: 978-84-695-2877-8.

[14] Valverde-Gascueña, N.; Ruiz-Fernández, J. P. Las Competencias Básicas. Competencias Profesionales del Docente. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real (España), 2013, pp. 865-872. I.S.B.N.:978-84-694-3772-8.

[15] Directiva 2014/24/UE. DIRECTIVA 2014/24/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de febrero de 2014 sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE

[16] Building Smart Spanish home of openBIM., www.buildingsmart.es/bim/ [consulta: 29/11/2016]

[17] es.BIM. Implantación del BIM en España, www.esbim.es/es-bim/mision/ [consulta: 29/11/2016]

[18] AECOn Soluciones. Productos: Synchro software, www.aec-on.com/synchro [consulta: 14/12/2016]

[19] RIB Spain. Cost-It, www.rib-software.es/pages/Enlace-con-BIM.htm [consulta: 19/12/2016]

[20] Stevens, D. D.; Levi, A. J. Introduction to rubrics: An assessment tool to save grading time, convey effective feedback and promote student learning. Sterling, VA; Stylus, 2005.