

CONTART 2018: VII Convención de la Edificación
30 mayo - 1 junio 2018; Zaragoza (Spain): Colegio Oficial de
Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Zaragoza. Escuela
Universitaria Politécnica de La Almunia, p.40-50

004

**NUEVAS EXIGENCIAS DE FORMACIÓN PARA LOS FUTUROS
PROFESIONALES DE LA EDIFICACIÓN:
HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN**

VALVERDE GASCUEÑA, NELIA¹; RUIZ FERNÁNDEZ, JUAN PEDRO²

¹Escuela Politécnica de Cuenca (UCLM), Cuenca, España

E-mail: nelia.valverde@uclm.es, Web: <https://politecnicacuenca.uclm.es/>

²Escuela Politécnica de Cuenca (UCLM), Cuenca, España

E-mail: juanpedro.ruiz@uclm.es, Web: <https://politecnicacuenca.uclm.es/>

PALABRAS CLAVE: planificación; control de ejecución; BIM (Building Information Modelling); EVM (Earned Value Management).

RESUMEN

La universidad debe ser el motor que impulse la formación y la adaptación de los futuros profesionales de la edificación a los nuevos entornos de trabajo. Esta adaptación contribuirá a mejorar la productividad, competitividad e industrialización del sector.

Una de las principales apuestas de los estudios de Grado en Ingeniería de Edificación de la Escuela Politécnica de Cuenca es la incorporación de la metodología trabajo colaborativo BIM (Building Information Modeling) con la asistencia de herramientas informáticas específicas. Esta comunicación describe una propuesta de aprendizaje, dentro de la asignatura “Herramientas de Planificación y Gestión Económica”, basada en la utilización de un software BIM 4D de planificación y control del proyecto. La metodología de trabajo diseñada se desarrolla en una primera fase de planificación donde, partiendo de un modelo virtual, se vinculan los elementos del modelo a cada una de las actividades programadas para visualizar en tiempo real la secuencia de construcción y así evaluar distintas opciones mejorando la planificación del proyecto. Esta capacidad de visualización permitirá a los estudiantes

identificar y resolver posibles conflictos espaciales y temporales de forma dinámica, potenciando el trabajo en equipo, para optimizar el rendimiento del proyecto. En la segunda fase, de control de ejecución de la obra, se podrá analizar la situación actual de la obra en relación con lo planificado y las previsiones sobre el progreso económico y temporal del proyecto a través de la Gestión del Valor Ganado (Earned Value Management, EVM).

El objetivo principal de esta investigación se centra en el diseño de una propuesta que permita infundir en los estudiantes iniciativas de cambio que integren tecnologías emergentes, sobre todo las relacionadas con internet o con el tratamiento de un gran volumen de datos, para acercarlos a las prácticas profesionales que están promoviendo el salto a la “Edificación 4.0”.

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje es un proceso constante a lo largo de la vida que requiere, cada vez más, de una mejor gestión de la información. Desde el entorno universitario, la transmisión y adquisición del conocimiento muestra una mayor tendencia a la especialización y, a la vez, su desfase también es mayor, ya que su renovación se realiza con más rapidez que en etapas anteriores. Por este motivo, y según establecen [1], actualmente el conocimiento se tiene que entender desde una perspectiva que pondere tanto su complejidad como su carácter relativo y mutable. Esta apertura de miras en cuanto al conocimiento origina, según [2], un nuevo sistema docente universitario de carácter más interdisciplinar e integrador en el cual los estudiantes requieren una formación práctica más ajustada a las exigencias del ámbito profesional actual [3]. Para ello se hace necesario el diseño de estrategias que cubran los contenidos de las asignaturas y a la vez trabajen las competencias establecidas para los títulos, potenciando el protagonismo de los estudiantes en su propio proceso formativo. La universidad se comporta así como el motor que debe impulsar la formación y la adaptación de los futuros profesionales en general, y en concreto de los futuros profesionales de la edificación, a los nuevos entornos de trabajo.

Uno de los objetivos de la Comisión Nacional “es.BIM” es promover la metodología de trabajo colaborativo BIM (Building Information Modeling) tanto en el ámbito profesional como en el docente [4]. Precisamente, es en el ámbito docente donde hay que comenzar a conocer y a experimentar esta forma de trabajo, cumpliendo así con el interés de una formación de acuerdo a la realidad profesional y a los avances informáticos y de telecomunicación actuales, que hacen posible la gestión coordinada entre equipos multidisciplinares y la actuación de forma cooperativa, desde puestos de trabajo distantes entre sí, sobre un modelo único. Por otro lado, el constante cambio que sufre el sector de la ingeniería y de la edificación en el contexto de la gestión económica y la organización del proceso constructivo en cuanto a la optimización de los procesos, unido a la asistencia de herramientas informáticas específicas en continua evolución, exige la consideración de la implicación directa en el desarrollo profesional que suponen las competencias de las asignaturas que engloban dicho contexto. La consecución de esas competencias en entornos docentes innovadores será el germen de nuevos profesionales de la edificación mejor adaptados a los entornos de trabajo actuales, que contribuirán a mejorar la productividad, competitividad e industrialización del sector.

Lo expuesto anteriormente justifica el interés por realizar nuevos diseños que, previamente a su implementación, deben ser propuestos, analizados y discutidos en el contexto

docente y profesional. En este sentido, la comunicación expone el diseño de una metodología de trabajo para la asignatura optativa “Herramientas de Planificación y Gestión Económica”, dentro de los estudios de Grado en Ingeniería de Edificación de la Escuela Politécnica de Cuenca (EPC), perteneciente a la Universidad de Castilla-La Mancha. En relación con el plan de estudios (Figura 1), se trata de una asignatura de cuarto curso intensificadora de los conocimientos adquiridos en las asignaturas obligatorias “Mediciones y Presupuestos”, “Planificación, Organización y Control de Obras” y “Ejecución de Obras y Gestión Económica”, a través de la aplicación práctica y la utilización de herramientas informáticas dentro de un enfoque multidisciplinar adaptado a las demandas del mercado laboral actual [5].

TERCERO	Introducción a la Prevención y Seguridad y Proyectos Técnicos	Equipos de Obra	
	Proyectos Técnicos	Topografía y Replanteos	
	Prevención y Seguridad en el Trabajo	Construcción IV	
	Instalaciones de la Edificación II	Patología y Restauración	
	Estructuras de la Edificación II	Planificación, Organización y Control de Obras	
CUARTO	Calidad en la Edificación	Ejecución de Obras y Gestión Económica	Optativas, Prácticas Externas y Otras Actividades
	Gestión Urbanística y Construcciones Urbanas	Peritaciones y Tasaciones	Geotecnia y cimentaciones, intervención en el Patrimonio, Gestión de la Prevención, Herramientas de Planificación y Gestión Económica
	Mediciones y presupuestos	Trabajo Fin de Grado	Cálculos de Estructuras y Prefabricación, Diseño Avanzado de Aplicación Arquitectónica
			Certificación Energética y Energías Renovables, Sostenibilidad, Cálculo Energético y Medio Ambiental, Geografía Urbana, Prácticas Externas

Figura 1: Tercer y cuarto curso del plan de estudios del Grado en Ingeniería de Edificación de la EPC [6].

La metodología diseñada tiene el propósito de establecer los principios donde asentar un modelo para la gestión de proyectos de obras de edificación a través del método del Valor Ganado (Earned Value Management, EVM) que, según indica [7], es el método preferido de los directores de proyectos para medir el progreso de los mismos. Dicho método tendrá como entregable un informe donde se podrán ver los gastos presupuestados del proyecto a lo largo del tiempo junto con el coste real del trabajo realizado hasta una determinada fecha de control, así como la cantidad de trabajo que se ha terminado realmente; del análisis de estos datos se podrán calcular tanto la variación del coste como la variación de la programación del proyecto. Tal y como establece [8], el Valor Ganado nos proporciona interesantes recursos para realizar predicciones acertadas en relación al coste y al progreso del proyecto, más allá de las evaluaciones estáticas de situación. Además, los requerimientos de este método se adaptan perfectamente a los proyectos de ejecución de obras de edificación en España, ya que los presupuestos realizados por unidades de obra son una fortaleza del sector de la construcción y favorecen la implantación de la gestión de este tipo de proyectos a través del Valor Ganado.

La intención, por tanto, en cuanto a la docencia de la asignatura escogida para esta investigación es que, una vez completada la fase de planificación del proyecto, se preste la debida atención a la fase de control de la ejecución de la obra, de manera que los estudiantes sean capaces de profundizar en el progreso del proyecto, analizando la situación actual de la obra en relación con lo planificado y realizando previsiones sobre el progreso económico y temporal del mismo, pudiendo optimizar el proceso.

2. METODOLOGÍA

La metodología desarrollada en esta investigación se fundamenta en experiencias docentes anteriores llevadas a cabo por los profesores redactores de la misma. Dichas experiencias se han realizado de forma circunstancial en diferentes asignaturas, en algunas ocasiones con colaboraciones puntuales con otras universidades, tal y como se describe en [9]. La intención actual es implementar esta metodología en próximos cursos académicos, dentro del último curso, donde los estudiantes ya están en disposición de tomar decisiones con un criterio técnico muy próximo al de un profesional. Se divide en dos fases:

- Fase 1: Planificación (en su sentido más amplio, incluyendo el presupuesto de la obra).
- Fase 2: Control de la ejecución de la obra.

El diseño incluye la implementación de un software BIM de planificación y control del proyecto, cuya elección se basa en estudios previos realizado por los autores de esta comunicación en cuanto al análisis de las aplicaciones existentes en torno a la incorporación de la información de tiempos (4D BIM) y de costes (5D BIM) de un proyecto de edificación. A partir de ahí, se determina utilizar “Synchro PRO”, de uso muy habitual y extendido en el ámbito profesional a nivel nacional e internacional que facilita la integración de los modelos BIM 3D en los procesos de planificación y control de ejecución de obras, sincronizándolos con mediciones y presupuestos y con los sistemas clásicos CPM (Critical Path Method) o Ruta Crítica. [10].

2. 1 Fase 1: Planificación (en su sentido más amplio, incluyendo el presupuesto de la obra)

La fase de planificación parte de un modelo virtual 3D, un almacén sencillo de elaboración propia, desarrollado previamente según la metodología BIM con el software “Revit” de Autodesk, elección justificada, en parte, porque permite el flujo de datos bidireccional con el software elegido para el desarrollo de la gestión del proyecto (Figura 2).

Según [7], un proceso lógico general de planificación para una obra de edificación sería el siguiente:

1. Estudio y análisis de la documentación de partida.
2. Estudio y análisis de los recursos necesarios para el periodo estimado de realización del proyecto.
3. División de la obra en actividades, atendiendo a dos factores fundamentales: complejidad del proceso y grado de análisis.
4. Ordenación secuencial de las actividades, determinando las relaciones de orden existentes o precedencias.

En función de la asignación de los recursos óptimos, se estiman unos rendimientos normales que determinarán unos costes mínimos para la ejecución de la actividad. Aplicando los rendimientos medios, se obtendrá el tiempo esperado para la ejecución de la misma. A partir de ahí se construirá una red que permita situar la actividad en el tiempo en relación

con las demás, así como determinar las actividades que pertenecen al camino crítico y las holguras de las no críticas. Posteriormente, se puede concretar la planificación en un Diagrama de Gantt, del que se obtendrán planes derivados de mano de obra, materiales, maquinaria, subcontratas y recursos económicos. Las siguientes actuaciones en el proceso planificador conducirán a la armonización y concreción de los planes derivados obtenidos.



Figura 2: Modelo 3D propuesto realizado con Revit. Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, y a partir del modelo virtual propuesto, en la metodología de trabajo se incluye la realización de la programación de la obra asistidos por el software Synchro PRO. Para supervisar el diseño de la propuesta, los autores de esta comunicación han realizado todos los pasos especificados en la misma; como ejemplo, en la Figura 3 se observa parte del Diagrama de Gantt obtenido a partir de una red, en el que las actividades están ordenadas con lógica constructiva y donde la duración de las mismas se ha calculado con criterio técnico.



Figura 3: Captura de pantalla de la planificación realizada con Synchro PRO. Fuente: elaboración propia.

Para documentar la planificación de una obra de edificación a efectos de aplicación del Valor Ganado, lo más apropiado es realizar un Gantt costo-tiempo donde se reflejen las actividades del proyecto por medio de barras y los sucesos económicos en tiempos concretos a lo largo del plazo de ejecución de la obra. Se entenderá que el periodo de tiempo comprendido entre el inicio y el final de una barra corresponderá a la producción continuada de la actividad. La relación entre la longitud de las barras y el coste generado podrá ser: una función constante, cuando la producción de cada fecha sea idéntica a lo largo del tiempo de duración de la barra; una función creciente o decreciente a lo largo del tiempo; otro tipo de función. Generalmente se plantean relaciones constantes, siempre que los recursos de producción de la actividad sean constantes. En la Figura 4 se reflejan, a modo de ejemplo, algunas de las posibilidades descritas anteriormente:

	Fecha n	Fecha n+1	Fecha n+2	Fecha n+3	Fecha n+4	Fecha n+5	Fecha n+6	Fecha n+7
		1.450 €	1.450 €	1.450 €	1.450 €	1.450 €	1.450 €	
Actividad								

Actividad con función costo-tiempo constante.

	Fecha n	Fecha n+1	Fecha n+2	Fecha n+3	Fecha n+4	Fecha n+5	Fecha n+6	Fecha n+7
		1.100 €	1.250 €	1.400 €	1.550 €	1.700 €	1.850 €	
Actividad								

Actividad con función costo-tiempo creciente.

	Fecha n	Fecha n+1	Fecha n+2	Fecha n+3	Fecha n+4	Fecha n+5	Fecha n+6	Fecha n+7
		4.550 €	1.800 €	500 €	3.690 €	2.900 €	7.100 €	
Actividad								

Actividad con relación costo-tiempo variable.

Figura 4: Ejemplo de actividades con diferentes funciones costo-tiempo. Fuente: [8].

Los sucesos económicos corresponderán a periodos de tiempo muy cortos, horas o días, donde se producen hechos de cierta importancia económica y con carácter puntual. En la Figura 5 se muestra un ejemplo:

	Fecha n	Fecha n+1	Fecha n+2	Fecha n+3	Fecha n+4	Fecha n+5	Fecha n+6	Fecha n+7
	3.300 €							1.950 €
		500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	500 €	
Grúa								

Figura 5: Actividad con función costo-tiempo constante y sucesos económicos. Fuente: [8].

Llegados a este punto, la metodología diseñada plantea la importación del modelo 3D desde Revit a Synchro PRO para, posteriormente, vincular los elementos del mismo a cada una de las actividades del Gantt; de esta manera, los estudiantes podrán visualizar en tiempo real la secuencia de construcción (Figura 6). Finalmente, se empleará la animación visual 4D en tiempo real de Synchro para producir vídeos que 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.

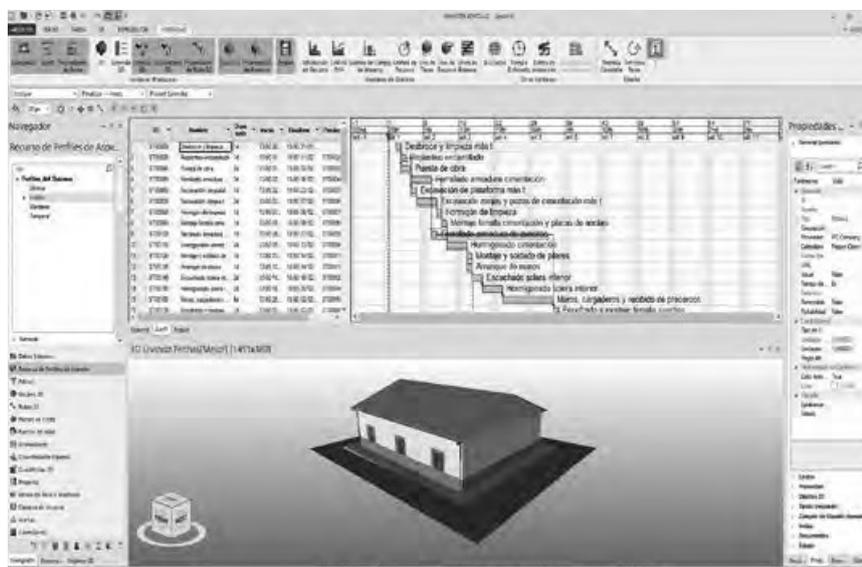


Figura 6: Importación del modelo virtual con el programa Synhro PRO.
Fuente: elaboración propia.

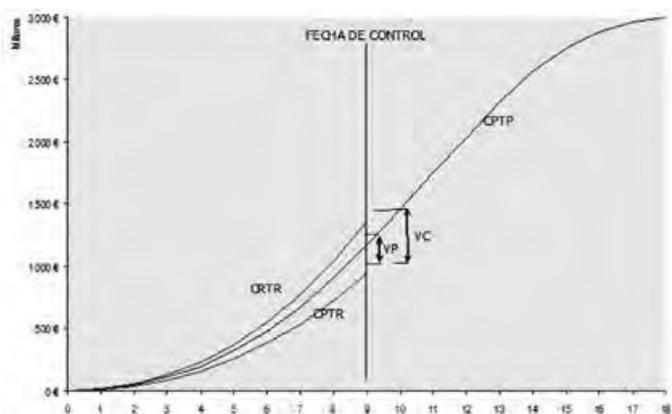
2.2 Fase 2: Control de la ejecución de la obra

Dentro del diseño de la metodología de trabajo propuesta, una vez completada la primera fase de planificación, se pasa a la segunda fase de control de la ejecución de la obra. A través de la Gestión del Valor Ganado, los estudiantes podrán analizar la situación actual de la obra en relación con lo planificado y las previsiones sobre el progreso económico y temporal del proyecto. Las evaluaciones del proceso de control permiten detectar posibles desviaciones; una vez detectadas, el problema reside en determinar las causas que originan dichas desviaciones para poder aplicar las medidas correctoras adecuadas. El control origina costes, como cualquier otro proceso, por lo que también se tendrán que planificar los momentos en los que realizarlo para que resulte eficaz y eficiente: un control realizado en periodos de tiempo muy alejados entre sí perderá su eficacia al distanciarse temporalmente de los momentos donde las medidas correctoras hubieran podido hacer efecto; por el contrario, un control demasiado continuado en el tiempo se convertirá en un empleo ineficiente de recursos. Precisamente, la Gestión del Valor Ganado tiene como eje central el control en su sentido más amplio: el control de producción, el control temporal y el control de costes; y todos los aspectos estudiados para la ejecución del proyecto (organización y funcionamiento de la empresa, planificación, organización de la obra y dirección de los trabajos) giran en torno al control efectivo y preventivo. Se puede decir, por tanto, que el control se realiza por la directa aplicación del método, cumpliendo con su objetivo esencial.

Una vez realizada la planificación del proyecto, es preciso definir una línea base con la cual comparar el progreso del mismo. En la fase de seguimiento de la obra se confrontarán, por tanto, datos previstos con datos reales para comprobar si son iguales o si existen desviaciones. El diseño propuesto por los docentes incluirá diferentes hipótesis en cuanto al avance del proyecto, estableciendo fechas de control en las que registrar el progreso

real del mismo, pudiendo introducir los siguientes datos: el porcentaje completado de las actividades, las fechas reales de comienzo y de finalización de las mismas, su duración real y duración restante para ese momento de control, el trabajo real realizado y restante o los costes reales de lo realizado y los costos de lo que queda por terminar. En este momento se podrán realizar comparativas entre la línea base y la línea de progreso establecida para cada fecha de control, lo que permitirá al estudiante un análisis visual de la situación para detectar posibles desviaciones y, según el caso, tomar las medidas correctoras pertinentes.

El informe del Valor Ganado presenta tres elementos que es necesario conocer a fin de utilizarlo eficazmente: el coste presupuestado del trabajo programado (CPTP), el coste presupuestado del trabajo realizado (CPTR) y el coste real del trabajo realizado (CRTR), traducción aceptada por el Project Management Institute (PMI), según [7], de Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS), Budgeted Cost of Work Performed (BCWP) y Actual Cost of Work Performed (ACWP), respectivamente. En [11], se establecen las siguientes relaciones: CPTP= valor planificado (PV, Planed Value); CPTR= valor ganado (EV, Earned Value) y CRTR= coste real (AC, Actual Cost). Los valores CPTR y CRTR se pueden representar de forma acumulada a lo largo del desarrollo del proyecto, con ello se puede observar su evolución. Las variaciones de producción y de costes se pueden medir en cada fecha de control como se indica en la Figura 7. Si la diferencia entre el CPTR y el CPTP es positiva, se habrá trabajado más de lo previsto hasta la fecha de control; por el contrario, si el valor es negativo, no se habrán cumplido las expectativas de producción. Un valor de la variación de la producción igual a cero indicará que la previsión y la realidad coinciden. Si la diferencia entre el CPTR y el CRTR es positiva, se habrá gastado menos de lo previsto hasta la fecha de control; por el contrario, si el valor es negativo, se habrá gastado más de lo previsto. Una variación de costes igual a cero indicará que la previsión y la realidad del gasto coinciden.



CPTP = coste presupuestado del trabajo programado;
 CPTR = coste presupuestado del trabajo realizado;
 CRTR = coste real del trabajo realizado; VP = variación de la producción;
 VC = variación de costes

Figura 7: Gráfico coste-tiempo a origen. Fuente: [8].

En la Figura 8, se puede observar el gráfico del Valor Ganado obtenido con Synchro por los autores para el progreso del almacén sencillo, donde se representan las curvas del

CPTP, CPTR y CRTR para el proyecto en general en una fecha de control determinada. Estableciendo una comparativa entre las curvas, el estudiante podrá saber si el proyecto está retrasado o adelantado respecto a lo programado; o si el proyecto está por encima o por debajo de lo presupuestado.

Para finalizar la metodología de trabajo, 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 manera, el estudiante tendrá toda la información del proyecto centralizada en un modelo único de información digital.

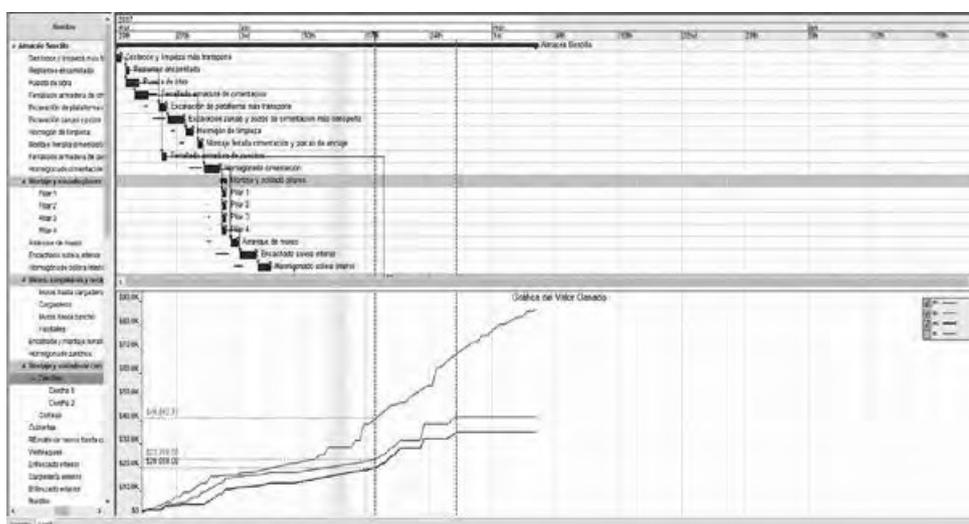


Figura 8: Captura de pantalla del Gráfico del Valor Ganado con Synchro PRO.

Fuente: elaboración propia.

Para finalizar, 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, quedando así toda la información del proyecto centralizada en un modelo único de información digital.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la misma línea que otras publicaciones [12, 13], una vez diseñada la metodología de trabajo, los docentes redactores de esta comunicación la han desarrollado para poder analizar la eficacia del proceso y sus posibles complicaciones: han realizado un modelo BIM, en este caso un almacén sencillo, y a partir de él han desarrollado las dimensiones 4D y 5D, planteando las hipótesis necesarias para completar los datos en cuanto al seguimiento y control del proyecto. Este sistema pretende prever los resultados a los que podrá llegar un estudiante cuando él mismo desarrolle la experiencia docente. Además, el diseño permite establecer la escala temporal en la que se podrá llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos formativos.

Con el uso de herramientas informáticas aplicadas a la filosofía BIM, el estudiante podrá observar la mejora en la gestión de los costes tanto en la fase de planificación como en la fase de control de la ejecución de la obra. Una eficiente gestión del coste se traduce en la minimización de los imprevistos en la ejecución del proyecto, lo cual resulta de gran importancia para garantizar los recursos económicos necesarios para el desarrollo de las actividades de la obra. El estudiante podrá comprobar que cualquier situación que afecte significativamente a la ejecución del proyecto podrá detectarse, corregirse y evitarse. Por otra parte, la metodología de trabajo diseñada ayudará al estudiante a darse cuenta de que partir de un modelo 3D ejecutado correctamente desde un punto de vista únicamente geométrico no asegura una presupuestación ni una planificación automáticas. La filosofía BIM requiere de la integración de disciplinas, de la colaboración entre agentes de la edificación y de las continuas mejoras del modelo, para ir puliendo las posibles interferencias en el mismo.

5. CONCLUSIONES

El avance conseguido en la presente investigación pone de manifiesto la importancia de los instrumentos y procedimientos empleados en la docencia que determinarán en gran medida la forma en que el estudiante afronte su propio proceso formativo. Las herramientas informáticas que se utilizan para desarrollar la metodología de trabajo colaborativa BIM en aplicación del modelo, 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 del estudiante.

Con la aplicación de la metodología de trabajo diseñada, el estudiante podrá comprobar que toda la información del proyecto se puede centralizar en un modelo de información digital único, lo que al final es el objetivo perseguido por la filosofía BIM, tanto a nivel docente como a nivel profesional; y también podrá comprobar la similitud con la manera de trabajar en la profesión.

Estamos convencidos de que las metodologías innovadoras que incluyen una formación práctica cercana a las prácticas profesionales actuales infunden en los estudiantes iniciativas de cambio que promoverán el salto a la “Edificación 4.0”. En este sentido, el acercamiento al modelo para la gestión de proyectos de obras de edificación a través del método del Valor Ganado, asistido por aplicaciones informáticas específicas, supondrá una diferencia en cuanto a la formación actual de la asignatura estudiada y, consecuentemente, en cuanto la adaptación a los nuevos entornos de trabajo profesional una vez finalizados los estudios de la titulación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Monereo, C. y Pozo, J.I. (2003). *La Universidad ante la nueva cultura educativa: enseñar y aprender para la autonomía*. España, Síntesis.
- [2] Fernández, A. (2003). Formación pedagógica y desarrollo profesional de los profesores de universidad: análisis de las diferentes estrategias. *Revista de Educación*, 331, 171-199.
- [3] Alonso, J. (2001). Motivación y estrategias de aprendizaje. Principios para su mejora en alumnos universitarios. En A. García Valcárcel ed. *Didáctica Universitaria*, Madrid: La Muralla, p.79-111.
- [4] es.BIM. Implantación del BIM en España. Accedido el 29 de noviembre, 2016, desde www.esbim.es/es-bim/mision/

- [5] Guía docente de la asignatura Herramientas de Planificación y Gestión Económica del curso 2017-2018. Accedido el 15 de enero, 2018, desde <https://guiae.uclm.es/vistaPrevia/29149/999>
- [6] Plan de estudios del Grado en Ingeniería de Edificación. Escuela Politécnica de Cuenca. Accedido el 15 de enero, 2018, desde <https://politecnicacuena.uclm.es/index.php/ingenieria-de-edificacion/plan-estudios-gie-1/>
- [7] Michael W. Newell; Marina N. Grashina (2005). *Preguntas y Respuestas sobre la Gestión de Proyectos*. Barcelona, Ed. Gestión.
- [8] Ruiz Fernández, J. P. y Cos-Gayón López, F. J. (2009) El valor acumulado en obras de edificación. (Trabajo Final de Máster no publicado) Universidad Politécnica de Valencia.
- [9] Valverde-Gascuña, N., Ruiz-Fernández, J.P., Sáez-Pérez, M^a P. (2017). *Experiencia docente colaborativa entre universidades*. En Actas del Congreso Internacional de Innovación Educativa en Edificación (CINIE2017) (pp. 173-178). Madrid: Escuela Técnica Superior de Edificación - Universidad Politécnica de Madrid.
- [10] AECOn Soluciones. Productos: Synchro software. Accedido el 14 de diciembre, 2016, desde www.aec-on.com/synchro.
- [11] Project Management Institute (PMI) (2010). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos 5ª Edición*. EE.UU: Ed. Project Management Institute, Inc.
- [12] Porras-Díaz, H., Sánchez-Rivera, O. G., Galvis-Guerra (2014). Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5D con tecnologías Building Information Modeling. *Revista Gerencia Tecnológica Informática*, vol. 13, no. 1, p. 1-15.
- [13] Valderrama, F., Guadalupe, R., Ramírez, C. y Muñoz, E. (2017). *Modelos para la docencia del BIM: el garaje Catasús, de José Antonio Coderch*. En Actas del Congreso Internacional BIM (EUBIM 2017) (pp. 21-29). Valencia: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, Universitat Politècnica de València.