

La enseñanza del BIM a través de la plataforma educativa BIMserver.center Education

BIM teaching through the educational platform called BIMserver.center Education

Javier Pereiro-Barceló^a, Ángel Herrero Castaño^b, Vicente Castell Herrera^c, Carlos Fernández Fernández^d

^a Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero de desarrollo, CYPE Ingenieros

^b Ingeniero Industrial, Director de Desarrollo, CYPE Ingenieros

^c Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Presidente, CYPE Ingenieros

^d Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Director Técnico, CYPE Ingenieros

RESUMEN

En este artículo se presenta la plataforma educativa BIMserver.center Education. Esta plataforma, de uso exclusivo de profesores, permite gestionar y supervisar de forma centralizada y cómoda proyectos de construcción siguiendo la metodología BIM, resueltos por los alumnos. Además, dirigir proyectos BIM a través de esta plataforma aporta ventajas tales como: licencias educativas de todas las aplicaciones alojadas en BIMserver.center, espacio ilimitado para los proyectos, posibilidad de visualizar los proyectos en dispositivos móviles y en realidad aumentada y virtual, confección automática de los currículums de los profesores y alumnos. Además, se desarrolla un caso de implantación en una universidad española.

ABSTRACT

This article presents the educational platform called BIMserver.center Education. This platform, which is for the exclusive use of teachers, allows managing and supervising, in a centralized and comfortable way, construction projects solved by the students following the BIM methodology. In addition, supervising BIM projects through this platform provides advantages such as: automatic educational licenses of all applications hosted in BIMserver.center, unlimited space for projects, possibility of viewing projects on mobile devices and in augmented and virtual reality, automatic creation of the teachers and students' curricula. Moreover, an implementation case in a Spanish university is developed.

PALABRAS CLAVE: Building Information Modeling, plataforma educativa, resultados de aprendizaje.

KEYWORDS: Building Information Modeling, educational platform, learning outcomes.

1. Introducción

La transformación digital está alterando la forma en que los profesionales de arquitectura e ingeniería de la construcción han trabajado tradicionalmente. Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es

centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. Sus ventajas frente a la práctica anterior son muchas y benefician a los propietarios, diseñadores y contratistas. La demanda de proyectos BIM está creciendo significativamente y se espera que aumente más

rápidamente en los próximos años mientras la industria mejora los estándares y las herramientas disponibles se desarrollan más. La educación en el mundo de la construcción debe reconocer estos cambios e incluir BIM en el núcleo de sus contenidos para preparar a los futuros profesionales.

La incorporación de la metodología BIM en las universidades españolas, tanto en los planes de estudio de los grados como en postgrados específicos, ha sufrido bastante retraso [1]. En otras universidades del mundo ya se implantó tiempo atrás la docencia del BIM con éxito [2–4]. Por esta razón los titulados en universidades españolas carecen de los conocimientos y la formación necesaria para adaptarse con éxito a las nuevas metodologías de trabajo que exige el mundo laboral. Este desfase entre la formación universitaria y la realidad del mercado ha dado lugar a una carencia importante de profesionales especializados preparados para cubrir los nuevos puestos y roles que dichas metodologías demandan.

Actualmente, el título de los estudiantes es europeo y es válido para trabajar en todos los estados miembros como consecuencia de adoptar todos los cambios requeridos en la estructura del sistema educativo establecidos por el plan de Bolonia [5]. Esta posibilidad ha traído más oportunidades para los estudiantes, pero también una gran responsabilidad para los países en el logro de ingenieros cualificados. De acuerdo con el Consejo de Europa [6], es importante que la componente práctica de los estudios de ingeniería y arquitectura tenga una dirección más real y un enfoque pragmático.

Con el objetivo de dotar a los docentes con una herramienta útil para dirigir y supervisar proyectos de construcción desarrollados por sus alumnos siguiendo la metodología BIM, se ha creado la plataforma BIMserver.center Education. Estos proyectos pueden, a su vez, conformar cursos, tareas de clase, trabajos fin de grado, tesinas fin de máster, etc.

2. Descripción de la plataforma

BIMserver.center Education es una sección de BIMserver.center, la cual es una plataforma con la que los profesionales de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) pueden realizar proyectos profesionales siguiendo la metodología BIM. Los profesores pueden acceder a BIMserver.center Education desde donde proponen proyectos para que los alumnos los resuelvan desde su cuenta de BIMserver.center. Para resolver proyectos BIM desde BIMserver.center es conveniente seguir un flujo de trabajo que se va a desarrollar en el siguiente apartado.

2.1 Flujo de trabajo

Las fases del flujo de trabajo BIM que sigue BIMserver.center se muestran en la Figura 1. Un Proyecto BIM comienza con un archivo IFC que se genera a partir de un modelo geométrico 3D producido por cualquier software de modelado arquitectónico. Este modelo geométrico se carga en la plataforma BIMserver.center, lo cual permite la comunicación directa entre todos los usuarios y aplicaciones que participan en un proyecto. A continuación, todas las aplicaciones que son compatibles con el flujo de trabajo Open BIM importan el modelo IFC. El flujo de trabajo es Open BIM porque la información se intercambia mediante archivos estándar y abiertos IFC.

Todos los agentes intervinientes reciben la misma geometría y arquitectura. Cada aplicación especializada importa el modelo geométrico y exporta un archivo IFC con los resultados. De esta manera, el proyecto BIM se enriquece y completa. Por lo tanto, la información del modelo BIM aumenta utilizando los archivos IFC generados por todas las aplicaciones y define el proyecto BIM completo, en su conjunto, y por lo tanto, permite detectar posibles interferencias entre las soluciones que se han adoptado. Además, durante todo el proceso, si se realizan cambios en el modelo

inicial, todas las aplicaciones pueden someterse a un proceso de actualización. Esto garantiza que no se pierda información.

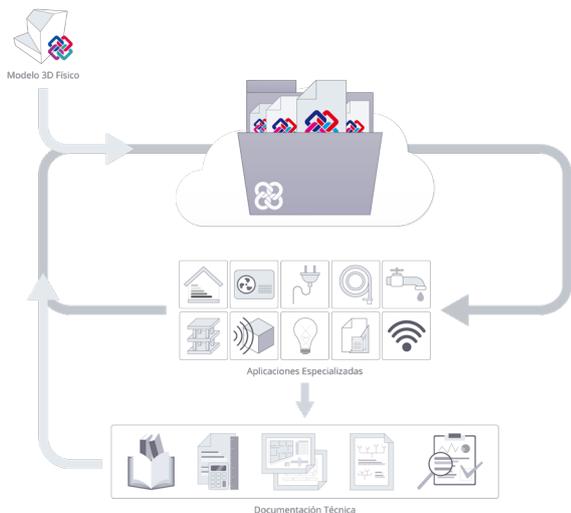


Figura 1. Flujo de trabajo Open BIM

2.2 Archivos IFC

Tanto BIMserver.center como todas sus secciones utilizan archivos en formato IFC (UNE-EN ISO 16739:2016) para intercambiar información entre aplicaciones y para mostrar resultados. Esto permite que los usuarios puedan utilizar las aplicaciones que deseen, siempre y cuando importen y exporten archivos IFC.

Los archivos en formato IFC no incluyen información específica que conforma el proyecto; todos los datos se generan y almacenan en las aplicaciones especializadas. En otras palabras, cada miembro solo comparte los resultados y las soluciones adoptadas, mientras que los datos que se han introducido, la metodología de trabajo y los resultados intermedios permanecen en el dominio privado del especialista. Al trabajar de esta manera, el tamaño de los archivos se reduce significativamente, ya que cada miembro solo está a cargo de la parte del proyecto de la que es responsable. La información en formato IFC, que forma el proyecto, define exclusivamente el proyecto y, por lo tanto, las herramientas y programas específicos utilizados para crearlo son elementos auxiliares que se pueden cambiar o evitar durante la vida útil del proyecto.

Además, puesto que el standard IFC es un tipo de archivo abierto que no tiene propietario, se garantiza la perdurabilidad de la información almacenada en estos archivos.

2.3 Diversos puntos de partida de los proyectos

BIMserver.center Education permite a los profesores crear proyectos y asignar alumnos para que los resuelvan, visualizar profesores y asignarlos como personal docente a los cursos, asignaturas, establecer las fechas de inicio y fin de cada proyecto junto con su visibilidad y proporcionar a los alumnos material didáctico. Todos los proyectos que cree desde BIMserver.center Education aparecen en la cuenta de BIMserver.center de los alumnos diferenciados del resto de proyectos no educativos.

Los profesores pueden establecer el punto de partida que deseen a partir del cual realizar el proyecto BIM o desarrollar una disciplina en concreto:

- Si el profesor crea un proyecto que contenga un archivo CAD, los alumnos pueden crear el modelo geométrico/arquitectónico, el modelo estructural y/o las instalaciones a partir de él. Esta metodología es útil, por ejemplo, para que el alumno aprenda a desarrollar proyectos y competencias transversales como el trabajo colaborativo.
- Si el profesor proporciona el modelo geométrico, el alumno puede diseñar una determinada disciplina a partir de él (estructura, electricidad, iluminación...). Con esta metodología el alumno puede ampliar y poner en práctica sus conocimientos sobre un área del conocimiento en concreto. También es útil para que el alumno aprenda el uso de una determinada aplicación.

En definitiva, el profesor puede definir cualquier punto de partida a partir del cual los alumnos resuelven el proyecto BIM.

2.4 Metodología de trabajo

BIMserver.center Education es una plataforma de uso exclusivo de profesores. Los alumnos no pueden acceder a esta plataforma. Éstos acceden al BIMserver.center base. El procedimiento general se basa en que el profesor genera y visualiza los proyectos de todos los alumnos desde BIMserver.center Education y los alumnos los ven y los resuelven desde su cuenta de BIMserver.center base.

BIMserver.center Education sigue el esquema mostrado en la Figura 2. Tanto los docentes como los alumnos son asignados a cursos, asignaturas, etc. En el interior de ellos, se crean proyectos para los alumnos, en base a unos proyectos plantilla del profesor. Cada punto del esquema de la Figura 2 es analizado en los siguientes apartados.

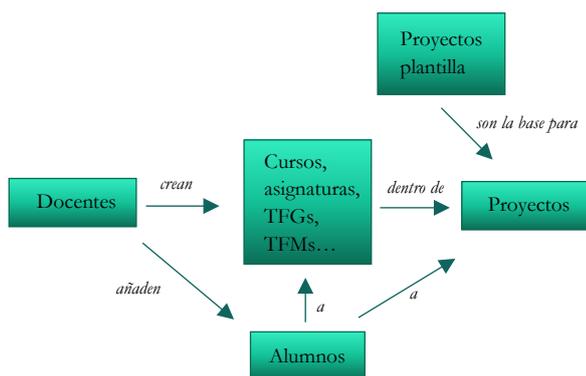


Figura 2. Diagrama de funcionamiento de BIMserver.center Education.

2.4.1. Proyectos plantilla

Los proyectos plantilla sirven de base para crear los proyectos que resolverán los alumnos. Los profesores pueden crearlos desde cero para posteriormente subir ficheros IFC mediante las aplicaciones y/o documentación tal como PDFs, DWGs y DXFs directamente desde la web. También pueden importar proyectos de su cuenta de BIMserver.center o incluso pueden utilizar proyectos plantilla que otros profesores han decidido publicar.

BIMserver.center Education creará copias del proyecto plantilla seleccionado para los alumnos, en función de las opciones de generación. Por ejemplo, BIMserver.center Education puede crear una copia del proyecto plantilla seleccionado por cada alumno del curso de forma automática. Las opciones de generación de proyectos se explican en el apartado 2.4.5.

2.4.2. Docentes

Los docentes pueden crear una base de profesores con los que comparten clases. Estos docentes estarán disponibles para asignarlos a los cursos y asignaturas que uno cree. Cada proyecto que se cree dentro de la asignatura o curso poseerá como miembros a todos los docentes del curso, aparte de los correspondientes alumnos. Todos los docentes tienen permisos para ver, añadir, modificar y eliminar los archivos de los proyectos.

2.4.3. Alumnos

Los alumnos, al igual que los docentes, se deben asignar a los cursos. No obstante, contrariamente a lo que ocurre en el caso de los docentes, no se debe crear una base de alumnos previamente. Se entiende que los alumnos variarán en cada periodo lectivo y, consecuentemente, la base de alumnos carece de sentido práctico. Por esta razón los alumnos se introducen directamente en cada curso o asignatura.

Los alumnos pueden ser añadidos a los cursos o asignaturas de cuatro formas:

- Introduciendo los correos con los que los alumnos se registraron en BIMserver.center:
- Importando alumnos de otro curso o asignatura.
- Generando un enlace mediante el cual, el alumno que lo pinche, pasará a formar parte del curso o asignatura

- Generando un código QR. Los alumnos pueden escanear este código con sus dispositivos móviles.

2.4.4. *Cursos, asignaturas, TFGs, TFM...*

El docente puede crear tantos cursos, asignaturas, TFGs... como desee. Éstos se dividen en tres apartados: proyectos, docentes y alumnos. Como se ha mencionado anteriormente, los alumnos se pueden añadir de diversas formas y los docentes se seleccionan desde la base de docentes con los que el profesor comparte clases o proyectos. La generación de los proyectos dentro de cada curso o asignatura se explica en el apartado siguiente.

2.4.5. *Proyectos*

Dentro de cada curso o asignatura, los alumnos deben resolver los proyectos que plantea el profesor. Estos proyectos se basan en el proyecto plantilla que seleccione el docente. Éste puede seleccionar qué archivos y qué documentación del proyecto plantilla seleccionado comparte con los alumnos. También puede fijar las fechas inicio y de terminación de los proyectos para limitar el tiempo en que los alumnos pueden modificar los archivos del proyecto. El personal docente también puede asignar la visibilidad del proyecto desde el punto de vista de los alumnos, con el objetivo de que éstos tengan o no constancia de los proyectos.

En cuanto a las opciones de generación, el docente puede estipular el número máximo de alumnos por proyecto o un número de proyectos determinado. En el primer caso, se creará el número de proyectos necesarios para que el número máximo de alumnos por cada proyecto sea el indicado por el usuario. El desfase del número de alumnos entre proyectos será máximo de uno. Se asigna de forma automática los alumnos a los proyectos. En el segundo caso, se creará el número de proyectos que ha introducido el usuario. En este caso, se puede

emplear una asignación automática o manual de alumnos.

Los proyectos creados se engloban en grupos de proyectos. De esta forma, se pueden cambiar características del grupo de proyectos, que afectarán a todos, o se pueden cambiar características de cada proyecto de forma individual. Por ejemplo, se puede cambiar la fecha de terminación de todos los proyectos tan sólo con cambiarla en el grupo, o se puede seleccionar un proyecto en concreto y cambiarle dicha fecha.

2.5 *Realidad aumentada y realidad virtual*

La realidad aumentada es un recurso excelente para el sector de la AEC ya que combina un entorno físico real con elementos virtuales, creando una realidad mixta. La información sobre el mundo real se convierte en interactiva como una forma de ampliar el mundo real. Con esta tecnología se ahorra tiempo, recursos, se pueden averiguar los posibles problemas que se encontrarán antes de ejecutar el proyecto y facilita la toma de decisiones. Otra ventaja considerable es que este tipo de tecnología representa una ventaja competitiva a la hora de captar nuevos clientes, ya que les facilita la comprensión de los procesos sin la necesidad de interpretar los planos.

Por todo lo expuesto anteriormente, la realidad aumentada cada vez está siendo más utilizada y demandada en el sector de la AEC. Para que los usuarios puedan aprovechar todas las ventajas de esta tecnología, todos los proyectos desarrollados a través de BIMserver.center pueden visualizarse de forma inmediata en realidad aumentada tan sólo con utilizar una aplicación gratuita (BIMserver.center AR) en sus dispositivos móviles, sin necesidad de realizar ningún paso previo (Figura 3). Debido a que BIMserver.center Education es una sección de BIMserver.center, en consecuencia, todos los alumnos que desarrollen

proyectos educativos gestionados desde la plataforma educativa, también podrán realizar realidad aumentada de sus proyectos. Pueden seleccionar aquellos archivos que deseen visualizar y comprobar las propiedades de cada uno de los elementos que componen los modelos. Pueden situar sus modelos en cualquier tipo de superficie, navegar a través de ellos y, usando gestos multi-touch, también es posible moverlos, escalarlos y rotarlos.

El docente también tiene la posibilidad de realizar realidad aumentada compartida de un proyecto. Mediante esta opción, el profesor puede fijar una obra en un punto de la realidad y los alumnos la podrán visualizar en ese mismo lugar, pero desde su punto de vista. Además, los alumnos verán las capas que el profesor seleccione.

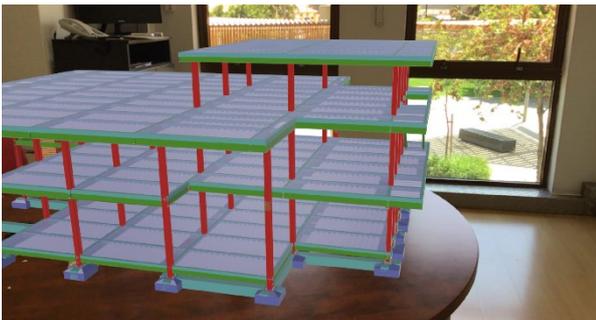


Figura 3. Realidad aumentada con un proyecto de BIMserver.center.

Por otro lado, la realidad virtual, a diferencia de la realidad aumentada, crea un entorno totalmente digital sin elementos de la realidad. Esto permite la creación de recorridos virtuales tridimensionales para visualizar los proyectos antes de que se ejecuten e interactuar con los entornos desarrollados.

Desde la aplicación de Windows BIMserver.center VR los alumnos pueden acceder a los proyectos que estén desarrollando y visualizarlos en un entorno completamente virtual (Figura 4).



Figura 4. Realidad virtual con un proyecto de BIMserver.center.

Desde el punto de vista pedagógico, la realidad aumentada y virtual aportan numerosas ventajas al proceso enseñanza-aprendizaje: motivación extra del alumno, mejor comprensión de las soluciones adoptadas para cada disciplina, mejor entendimiento de las relaciones y las colisiones entre cada disciplina y el aprendizaje de una nueva forma de mostrar los resultados a los clientes.

2.6 Trabajo en equipo

De acuerdo con Jeremy Bruner [7], resulta sumamente importante fomentar el aprendizaje a través del trabajo en equipo teniendo en cuenta que los docentes son parte del equipo supervisando constantemente todo el proceso. Además, la teoría del constructivismo social [8] establece que el conocimiento se construye a través de la interacción con los demás.

Un proyecto BIM se define a medida que los miembros del equipo de trabajo establecen propuestas y soluciones para todos los aspectos del proyecto: estructuras, instalaciones, planificación urbana, mobiliario, etc.

Hoy en día la responsabilidad de coordinar las diversas soluciones de cada disciplina recae muchas veces en las oficinas de arquitectura. Si bien ellas llevan este proceso a conciencia y de la mejor manera posible, es muy difícil lograr detectar todos los detalles de todas las especialidades que interactúan en un proyecto. En la forma de trabajar previa al BIM, dicho proceso se lleva a cabo de una manera artesanal, donde si bien existe una retroalimentación entre

la oficina de arquitectura y las distintas especialidades, ésta no se lleva a cabo de una manera ordenada y centralizada, lo cual finalmente deriva en que problemas que deberían ser evitados en la etapa de diseño se traspasen a la obra, generando los consecuentes retrasos en la programación original de la construcción y pérdidas para la constructora y el cliente.

Con BIMserver.center Education, los profesores pueden crear proyectos en los que varios alumnos deban resolverlos. Gracias al flujo de trabajo de BIMserver.center, los proyectos se desarrollan de manera integrada, ya que cada alumno puede llevar a cabo propuestas y diseños, mientras trabaja de manera simultánea y siempre mantiene el proyecto actualizado con la información que ha sido presentada otros compañeros. Esto significa que todos los alumnos pueden ver el proyecto BIM completo, en tiempo real, en su estado actualizado desde las aplicaciones de cada persona que interviene en el proyecto utilice. Por lo tanto, los alumnos pueden trabajar con aplicaciones altamente especializadas para resolver cada aspecto del proyecto en detalle.

3 Utilización de la plataforma

BIMserver.center Education es una plataforma joven con aproximadamente un año de vida que está experimentando un enorme crecimiento a nivel funcional y de usuarios.

3.1 Expansión

Actualmente la plataforma cuenta con más de 140 profesores registrados, en más de 80 instituciones educativas, de las cuales 32 son universidades.

3.2 Ejemplo de aplicación

A continuación, se va a describir un caso de éxito de aplicación de la plataforma BIMserver.center Education en la enseñanza de

la metodología BIM a alumnos en la fase universitaria. Toda la información ha sido suministrada por los profesores del departamento. Los datos de la institución, departamento, asignaturas, etc., donde se ha aplicado son los siguientes:

- Institución: Universidad de Málaga.
- Centro: Escuela de Ingenierías Industriales.
- Departamento: Ingeniería Civil, de Materiales y Fabricación.
- Área de conocimiento: Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras.
- Titulación 1: Máster en Ingeniería Industrial.
 - Asignatura: Construcciones Industriales.
 - Curso: 2018-19
 - N° de créditos: 5.
 - N° de Alumnos: 70.
- Titulación 2: Título Propio de Experto Universitario en Proyectos de Edificación Open BIM mediante AUTODESK, CYPE y SAP.
 - Asignatura: Todas.
 - Curso: 2018-19
 - N° de créditos: 15.
 - N° de Alumnos: 20.
- Titulación 3: Grado en Ingeniería Mecánica.
 - Asignatura: Estructuras de Hormigón.
 - Curso: 2019-20
 - N° de créditos: 6.
 - N° de Alumnos: 136.

3.2.1. Metodología y evaluación

Los alumnos realizaron una parte de los proyectos en las sesiones presenciales en el aula informática, la cual disponía de ordenadores, y otra parte en casa. De esta forma, los alumnos podían preguntar las dudas al profesor tanto de la propia sesión como de sesiones anteriores.

El docente podía visualizar todos los proyectos que iban realizando los alumnos desde

BIMserver.center Education para proponerles mejoras y guiarles. Una vez finalizados los proyectos, el docente los evaluó analizándolos uno a uno desde la anterior plataforma. El proceso de análisis fue sencillo ya que se pueden visualizar los modelos 3D de cada disciplina de cada proyecto y así evaluar las soluciones adoptadas por cada alumno.

3.2.1. Impresiones de los alumnos

Los alumnos recibieron muy bien estas nuevas tecnologías y no tuvieron problemas de adaptación. Conocían la metodología tradicional pero no tenían vicios adquiridos, por lo que percibieron rápidamente las mejoras y las adoptaron de forma natural.

3.2.2. Dificultades que encontraron los alumnos.

En general, los alumnos no tuvieron ninguna dificultad inabordable, más allá de lo que supuso el aprendizaje de nuevos conceptos y la falta de madurez de la tecnología que, en alguna ocasión, provocó algún tipo de error.

Las dificultades encontradas fueron las siguientes:

- La necesidad de iniciar sesión múltiples veces: en cada programa (REVIT, CYPECAD...), en el sincronizador (programa que se encarga de sincronizar los archivos locales con el servidor de BIMserver.center) y, finalmente, en la web BIMserver.center. El sistema BIMserver.center no cerró sesión al apagar el equipo, por lo que en muchas ocasiones un alumno estaba trabajando con el usuario del alumno que había utilizado el equipo anteriormente.
- El trabajo en equipo para la realización de las prácticas (en el Máster en Ingeniería Industrial y en el Título Propio). Dificultades debidas, entre otras cosas, a la naturaleza del equipo formado por alumnos con distintas inquietudes, motivaciones y responsabilidades.

- Las dificultades de conexión desde las aulas de informática de la Universidad de Málaga al exterior. En general, cuando todos los alumnos accedían a la vez a BIMserver.center, se producían errores de conexión, y algunos de ellos tenían que realizar varios intentos. Se diagnosticó el problema por el tipo de proxy que utiliza la Universidad de Málaga.
- En algunas ocasiones se subía a BIMserver.center el fichero IFC, pero no se generaba el fichero GLTF (archivo que se utiliza para visualizar rápidamente los modelos en la web y en realidad aumentada y virtual), por lo que no se visualizaba ese modelo en BIMserver.center.
- En algunas ocasiones REVIT no generaba correctamente el fichero IFC. Esto no tuvo nada que ver con BIMserver.center, pero afectó a la realización de las prácticas.

3.2.3. Dificultades que encontraron los profesores.

Las mayores dificultades fueron las descritas anteriormente para los alumnos en lo relativo a la falta de madurez de la tecnología.

Por otro lado estuvieron las dificultades de organización de las prácticas y los trabajos de curso, pero éstas siempre han estado, e incluso en mayor medida. En este ámbito, BIMserver.center Education facilitó la organización de las prácticas y los trabajos de curso.

En la asignatura de Estructuras de Hormigón se presentó una nueva dificultad a la hora de definir los trabajos individuales de curso, porque el alumno necesitaba disponer, con esta nueva metodología, de un modelo geométrico/arquitectónico BIM previo y específico para el diseño de su estructura. El modelado arquitectónico no está en el alcance de la asignatura por lo que no es exigible al alumno, y suministrarle uno distinto a cada uno de ellos

supuso un esfuerzo muy importante por parte del profesorado. Con la metodología anterior, al alumno se le entregaba una planta y alzado de un edificio definido por parámetros y los valores de los parámetros asignados al alumno. Los alumnos actualizaban los planos en función de los valores de sus parámetros para utilizarlos como plantillas en CYPECAD.

En general, esta dificultad se presentará en todas las asignaturas donde su ámbito de actuación se encuentre aguas abajo en un flujo de trabajo BIM y se requiera un trabajo distinto por cada alumno o grupo de alumnos.

3.2.4. Nuevas posibilidades que ha brindado la plataforma.

En cuanto a la plataforma BIMserver.center, que es donde acceden los alumnos, las nuevas posibilidades que ha brindado son:

- En el máster en Ingeniería estructural y en el Título Propio, explicar de forma práctica los flujos de trabajo BIM para abordar un proyecto de construcción.
- En grado en Ingeniería Mecánica, explicar de forma práctica cómo se integra el diseño y cálculo estructural dentro de un flujo de trabajo BIM para abordar un proyecto de construcción.

En cuanto a la plataforma BIMserver.center Education, que es donde acceden los profesores:

- Generar de forma automática los proyectos de cada uno de los alumnos o grupos de alumnos para la realización de las prácticas y trabajos de curso.
- Asignar de forma automática el equipo del proyecto (docentes y alumnos).
- Gestionar de forma más cómoda la actividad del alumno durante la realización de las prácticas y trabajos de curso, al tener agrupada esta actividad por cursos y grupos de proyectos.

3.2.5. Datos curiosos aportados por los profesores.

- Los alumnos del máster en Ingeniería estructural y del Título Propio que realizaron recientemente su Trabajo Fin de Grado han comentado a los profesores que “qué lástima no haber conocido esto (BIM) antes, hubiese tardado la mitad de tiempo en realizar mi Trabajo Fin de Grado (TFG)”.
- El flujo de trabajo Open BIM presenta grandes beneficios frente a la concepción atomizada de las distintas actividades de proyecto (disciplinas) que deben de engranar unas con otras para la resolver el proyecto de construcción. Sin embargo, en el ámbito universitario, esta atomización da lugar a distintas asignaturas que estudian las distintas disciplinas (arquitectura, estructura, instalaciones mecánicas...) sin interactuar unas con otras, por lo que se dificulta la aplicación integral de esta tecnología. Sería interesante estudiar cómo utilizar esta tecnología para la realización de proyectos multidisciplinares abordados desde distintas asignaturas, de una misma titulación, de varias titulaciones o, incluso, de varias universidades.

4 Conclusiones

Las conclusiones que se pueden extraer de este artículo acerca de la plataforma BIMserver.center Education son las siguientes:

- Es una plataforma educativa para profesores, que conforma un entorno cómodo y funcional para enseñar a los alumnos a trabajar utilizando la metodología BIM.
- Utiliza un flujo de trabajo Open BIM, por lo que no importa el software que se utilice.

- Permite realizar realidad aumentada y/o virtual de los proyectos de los alumnos de forma inmediata.
- En cuanto a los casos de aplicación real del sistema en asignaturas, BIMserver.center Education ha dotado a los docentes un entorno donde visualizar, alojar y dirigir los proyectos de los alumnos.
- Los docentes argumentan que la asignación automática del equipo del proyecto (docentes y alumnos) les ahorra mucho tiempo y que gestionan de forma más cómoda la actividad del alumno durante la realización de las prácticas y trabajos de curso, al tener agrupada esta actividad por cursos y grupos de proyectos.
- Representa un reto coordinar varias asignaturas que traten diversas disciplinas de un proyecto, para así realizar proyectos coordinados entre asignaturas y aprovechar al máximo el potencial del BIM y de BIMserver.center Education.

34.

- [4] Vinšová I, Achten H, Matějovská D. Integrating BIM in Education: Lessons Learned. 2015.
- [5] European Ministers in charge of Higher Education. The Bologna Declaration of 19 June 1999: Joint declaration of the European Ministers of Education 1999.
- [6] Council conclusions of 12 May 2009 on a strategic framework for European cooperation in education and training (ET 2020) 2009:9.
- [7] Wood D, Bruner JS, Ross G. The Role of Tutoring in Problem Solving. *J Child Psychol Psychiatry* 1976;17:89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>.
- [8] Berger PL, Luckmann T. The Social Construction of Reality 1966:125.

Referencias

- [1] Maldonado E. Estrategias de Implantación de Enseñanza BIM en Estudios de Postgrado. Experiencia en la Universidad Politécnica de Madrid. La integración BIM en los Programas de Grado y Postgrado. No 1601 Build Smart - Span J BIM 2016.
- [2] Adamu Z, Thorpe A. How universities are teaching bim: A review and case study from the UK 2016;21:119–39.
- [3] Abbas A, Din ZU, Farooqui R. Integration of BIM in Construction Management Education: An Overview of Pakistani Engineering Universities. ICSDEC 2016 – Integrating Data Sci Constr Sustain 2016;145:151–7. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.0>