



BIM International Conference

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
Universitat Politècnica de València  
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016*

## MARCO DE IMPLANTACIÓN DE METODOLOGÍA BIM EN TITULACIÓN DE ARQUITECTURA

**Agulló de Rueda, José (1), Jurado Egea, José (2), Liébana Carrasco, Oscar (3), Inglés Gosalbez, Beatriz (4)**

- (1) Universidad Europea de Madrid, jose.agullo@universidadeuropea.es
- (2) Universidad Europea de Madrid, jose.jurado@universidadeuropea.es
- (3) Universidad Europea de Madrid, oscar.liebana@universidadeuropea.es
- (4) Universidad Europea de Madrid, beatriz.ingles@universidadeuropea.es

### RESUMEN

Los conceptos y procesos BIM configuran un potencial indiscutible como metodología docente, y como tal deben encontrar un formato de implantación óptimo para responder con éxito al triple reto de, uno, formar los profesionales que la inminente implantación normativa precisa; dos, colaborar para la mejora del aprendizaje en general, y tres, adecuarse a los recursos y formatos existentes.

En la Universidad Europea de Madrid (UEM) se ha configurado un Marco de Implantación de metodología BIM en la docencia de Arquitectura, con una primera fase experimental de la que ya se pueden extrapolar datos. El Marco de implantación pivota sobre cuatro pilares fundamentales: Actividades docentes puntuales en Materias Convencionales; Talleres de Integración transversales; Formación extracurricular; y Formación en postgrado e investigación. El conjunto de formatos perfila un marco global que permite responder de manera ajustada a la diversidad de necesidades de implementación, cristalizando un flujo de aprendizaje (learnflow) coherente y sinérgico, y habilita para una gestión colaborativa y flexible a cargo de docentes y estudiantes.

En esta ponencia se propone un Marco de Implantación teórico basado en las experiencias prácticas de la UEM, extrapolable a otras Escuelas de Arquitectura, estructurado por curso académico, áreas de conocimiento, asignaturas, y ordenado por Niveles de madurez BIM así como Competencias específicas y transversales a desarrollar.

**Palabras clave:** *Arquitectura, Implantación, metodología BIM.*

### ABSTRACT

BIM concepts and processes offer an undeniable potential as a teaching methodology, and as such must find an optimised implementation format to undertake successfully the triple challenge of; first, train the future professionals required by the impending regulatory implementation; second, collaborate to improve the over-all teaching and learning process, and third, adapt to current academic formats and resources.

In the European University of Madrid (UEM) a framework of implementation of BIM methodology has been configured in the Bachelor's Degree in Architecture, in a first experimental phase with valuable and transposable data. The implementation framework pivots on four main focuses: teaching activities in conventional subjects, transversal



BIM International Conference

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
Universitat Politècnica de València  
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016*

integration workshops, extracurricular tools training and finally specific postgraduate studies and research projects. This thorough set of academic formats outlines a global framework in order to respond to the highly diverse requirements of a gradual implementation, crystallizing in a coherent and synergic learnflow, and enabling for a flexible and collaborative management by teachers and students.

This paper exposes the academic implementation framework based on the experiences applied in the UEM, articulated in academic years, areas of expertise and subjects, and based on levels of BIM maturity as well as specific and transversal skills to be developed.

**Key words:** *Architecture, Implementation, BIM methodology.*

## 1 INTRODUCCIÓN

El inicio de la implantación del BIM en la UEM ha sido un proceso gradual que comienza a inicios del curso 2013-14 por interés de varios profesores, principalmente del área de Tecnología, con el apoyo de la Dirección del Departamento y de la propia Escuela. Comienza la formación de forma aislada y centrada en los conocimientos de estos profesores, pero pronto se pasa al aprendizaje de herramientas BIM y a su implantación en las asignaturas de Proyectos de Tecnología, asignaturas de Integración de las diferentes disciplinas del departamento (estructuras, construcción, instalaciones y energía). Esta integración será la base del éxito de la implantación y el mayor desafío de la experiencia.

En paralelo a este comienzo se formó el BIMLab de la Universidad Europea de Madrid (UEM) como ente aglutinador de éstos esfuerzos, formado principalmente por estos profesores pioneros. Durante este curso 2015-16 se ha formado el ClubBIM, club de estudiantes y profesores que recoge la nueva masa crítica de alumnos interesados en BIM y que organizan talleres y cursos extracurriculares.

Este artículo parte de una Tesis Doctoral [1] desarrollada durante estos cursos, en la que se marca la base teórica de la implantación, definida por la doble perspectiva de la enseñanza secuenciada de flujos BIM y la metodología BIM como vehículo de aprendizaje general, y gestionada por Niveles de conocimiento BIM (figura 1) y Competencias académicas a desarrollar. Esta comunicación se centra en el marco práctico de su implantación.

El proceso de implantación BIM se basa en cuatro líneas que se explican a continuación: Aprendizaje de herramientas, Actividades puntuales en asignaturas, Actividades BIM en asignaturas de integración y Relación con el mundo profesional.

## 2 APRENDIZAJE DE HERRAMIENTAS BIM (TOOLS TRAINING)

### 2.1 Formación instrumental básica y avanzada de modelado

El objetivo de esta formación es la capacitación en el manejo de las herramientas de modelado básicas BIM al mayor número de estudiantes y profesores para crear una masa crítica de usuarios que facilite, tanto su preparación para el futuro profesional en BIM como para su uso en actividades docentes.



BIM International Conference

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
Universitat Politècnica de València  
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016*

El formato se establece en una duración media de 20-30h, extracurricular, voluntaria, gratuita (con mínimo de asistencia) y en paralelo a las asignaturas donde se requiere. Se ofrece en variante presencial, semipresencial y online para adaptarse a los alumnos. Se ha basado la formación en Revit [Autodesk] básico y avanzado.

## **2.2 Formación instrumental específica**

El objetivo de esta formación es tanto difundir las características como capacitar estudiantes y profesores en herramientas de diseño y cálculo complementarias a las de modelado básico.

El formato se limita a duraciones cortas (5-10h) en sesiones presenciales de jornada única o doble, monotemática para facilitar asistencia y asimilación práctica. En ocasiones se organizan cursos intensivos de una semana donde se profundiza en el software, su metodología y enlaces con otras herramientas.

Se ha organizado formación de: Robot [Autodek], Tekla [Trimble], Designbuilder [Idem], Presto [Rib-Software], Dynamo [Autodesk], Tricalc [Arktec], Cype [CypeIngenieros], Vasari [Autodesk] entre otros. Existen referencias publicadas de este tipo de talleres [2].

## **2.3 Metodología BIM**

El objetivo de esta formación interna, que forma parte del desarrollo de la carrera docente para los profesores, pero abierta a estudiantes, se enfoca en promover el conocimiento y asimilación de los flujos de trabajo BIM. Según complejidad y número de herramientas que intervienen en el flujo de datos (modelado, cálculo estructural, simulación energética, instalaciones, mediciones y presupuestos, planificación, etc.) se extiende la formación a jornadas presenciales (5h) múltiples (de 1 hasta 5 sesiones). El claustro de esta formación es el mismo que el Posgrado universitario de Gestión de proyectos BIM (BIM Manager) de la UEM.

## **2.4 Niveles de conocimiento y capacitación BIM**

Para referenciar los niveles de conocimiento BIM necesarios para realizar adecuadamente las actividades académicas curriculares, se establece el baremo reflejado en la (figura 1), extrapolado del marco conceptual IMAC [3] y desarrollado en la Tesis Doctoral [1]. Cada nivel es representado por un color y se entiende independiente de los anteriores, aunque exista una línea lógica de aprendizaje indicada por las flechas.

BIM International Conference

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
Universitat Politècnica de València  
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016

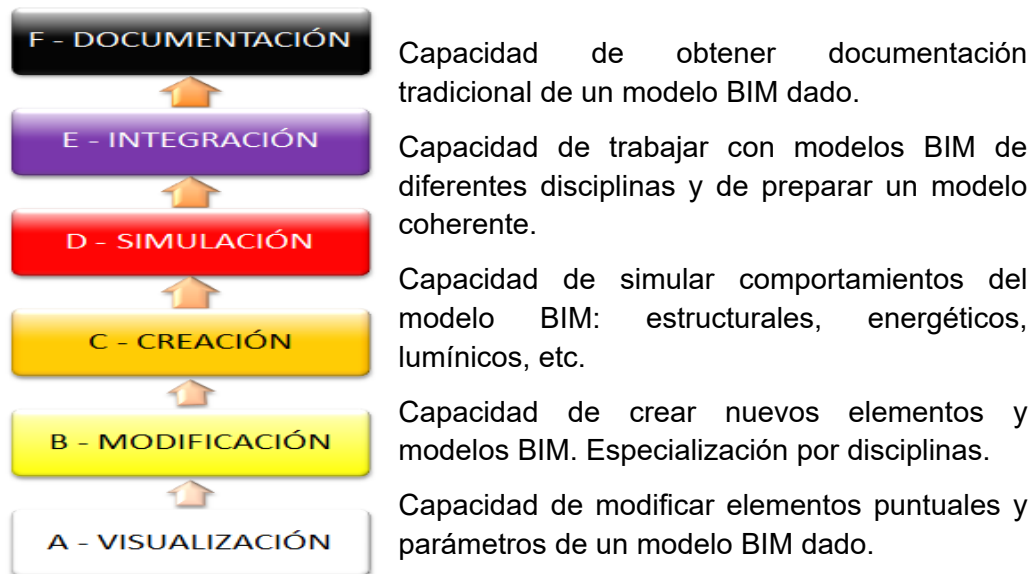


Fig 1. Niveles conocimiento BIM. 2016. Elaboración propia

### 3 ACTIVIDADES PUNTUALES BIM EN ASIGNATURAS ESPECÍFICAS

La metodología BIM debería utilizarse, más allá del propia asimilación pautada de flujos de datos BIM, para conseguir objetivos docentes en las asignaturas donde sea viable, útil e interesante. La introducción del BIM en asignaturas de forma aislada está directamente relacionada al interés y conocimiento BIM de sus profesores, y se debe entender como una herramienta docente más para la mejora de competencias y que prepara el camino para su uso en asignaturas posteriores como los talleres de integración.

Cada disciplina, o línea de asignaturas de un área tiene sus propios objetivos BIM independientes a los objetivos comunes en el Grado. Se propone su utilización en las siguientes asignaturas para conseguir un hilo coherente. Cada asignatura se muestra con su nombre, sus objetivos y el Nivel de conocimiento BIM necesario (ver figura 1).

#### 3.1 Área de Estructuras

En el área de estructuras se intenta mediante BIM primero (E1) entender qué es estructura y cuáles son los elementos que la forman, posteriormente (E2) relacionar el modelo geométrico con el analítico y proceder con él a simulaciones estructurales y finalmente (E4) integrar lo anterior y documentarlo con planos, memorias y mediciones.

En las asignaturas de Mecánica y Análisis ya se ha realizado la implantación, permitiéndose en la primera utilizar también programas inicialmente no BIM (SketchUp [Trimble] y Rhino [RobertMCNeel]) pero que los alumnos manejan con soltura. En la segunda se ha utilizado preferentemente Tricalc y Cype, y la relación entre geometría y cálculo se ha realizado mediante IFC. La última asignatura (E3) se experimenta en este tercer trimestre por lo que todavía no hay experiencia.



BIM International Conference

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
 Universitat Politècnica de València  
 Valencia, 20 y 21 de mayo 2016

Inicialmente no se ha incluido la asignatura de Dimensionado (E3) en la implantación BIM. Aunque repetiría los procesos de las anteriores, no aportaría nada extra.

<b>E1</b>	<b>Mecánica de estructuras</b>	Creación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: entender una estructura (modelo 3D) y categorizar cada elemento estructural, con sus medidas y material (Tipo y material). Trabajo de curso autónomo: 0'6 ECTS								
<b>E2</b>	<b>Análisis de estructuras</b>	Simulación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: analizar la estructura de un modelo BIM dado. Integración entre modelo geométrico y analítico. Trabajo de curso tutelado: 2 ECTS								
<b>E4</b>	<b>Diseño de estructuras y cimentaciones</b>	Documentación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: Utilizar el modelo y la conexión con cálculo para agilizar el diseño. Documentado de un proyecto de estructuras. Dos trabajos de curso tutelados: Diseño y Proyecto + documentado: 3'6 ECTS								

### 3.2 Área de Construcción

En el área de Construcción se busca mediante BIM de inicio (C1) beneficiarse de la claridad de visualización y gestión de los sistemas técnicos e interrelación intrínseca, para posteriormente proceder a cálculos y simulaciones, primero sencillas y acotadas (C3, masa estructural y valoración de coste y ciclo de vida), y posteriormente más complejas (C4, eficiencia energética en variantes de envolvente).

La implantación experimental de actividad puntual (flujo de datos desde modelo arquitectónico a valoración de costes) en el área de Construcción ya se ha realizado en materia de Grado 300 (Industrialización y Proceso Constructivo, Grado en Arquitectura, UEM) resultando en significativa mejora de comprensión tanto de la gestión de mediciones y presupuestos, como de sus condicionantes en el modelado arquitectónico.

<b>C1</b>	<b>Sistemas constructivos</b>	Modificación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: Revisar, modificar y evaluar un modelo BIM dado. Entender diferentes tipos de sistemas técnicos, su interrelación y prestaciones arquitectónicas. 0,5 ECTS								
<b>C3</b>	<b>Sistemas estructurales</b>	Simulación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: Cuantificación masa estructural en modelo BIM dado. Análisis de costes y ciclo de vida de la estructura. 0,75 ECTS								
<b>C4</b>	<b>Sistemas envolventes</b>	Simulación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: Simular diseño energético sobre modelo BIM dado. Ev. energética. 1, 25 ECTS								



BIM International Conference

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
 Universitat Politècnica de València  
 Valencia, 20 y 21 de mayo 2016

### 3.3 Área de Instalaciones y energía

En el área de las instalaciones y energía el campo es muy amplio, y además hay que integrar toda la normativa específica. En un primer lugar (I2) se trabaja solo con la forma, compacidad, porosidad y materiales de la envolvente, para comprender como influyen en el consumo de energía primaria y en la certificación energética. Posteriormente (I3) se trabaja con un modelo geométrico BIM con el fin de analizar e integrar y calcular las diferentes redes de instalaciones con la geometría dada. Finalmente (I5) se trabaja con modelos propios experimentales que por iteración en la simulación energética se consigue un resultado óptimo basado en los cuatro pilares de la sostenibilidad (mediambiental, social, económico y cultural).

En la asignatura de Técnicas de acondicionamiento ya se ha realizado la implantación, utilizándose software no BIM como el Lider, Calener, CE3 y CE3X y software BIM como Cype [CypeIngenieros] con las posibilidades de exportación de modelos. En la asignatura Instalaciones en la edificación principalmente se maneja el Cype [CypeIngenieros] por su adecuación a la normativa española, realizando las exportaciones mediante IFC. En la asignatura de Sostenibilidad en el entorno construido se manejan herramientas como Meteonorm [Idem], Ecotect [Autodesk], Vasari [Autodesk], Design Builder [Idem], Diva [Solemma] y Geco [Rhino3d], todos ellos de fácil exportación.

I2	Técnicas de acondicionamiento.	Simulación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: Entender como la forma, compacidad y materiales de la envolvente arquitectónica influye en la demanda energética y en consecuencia en la certificación energética. 0,75 ECTS.								
I3	Instalaciones en la edificación.	Creación y Simulación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: Diseñar y analizar las diferentes redes de instalaciones, integrado en un modelo geométrico dado. Análisis de las demandas energéticas y consumos de energía primaria global. 1,5 ECTS								
I5	Sostenibilidad en el entorno construido.	Creación y Simulación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: Simulación energética de un modelo BIM propio, diseñado con consideraciones sostenibles y pasivas, analizando y mejorando el modelo mediante iteraciones en el proceso, todo ello basado en los cuatro pilares de la sostenibilidad. 1,75 ECTS.								

### 3.4 Área de Ideación gráfica

En Expresión o Ideación gráfica los beneficios de BIM son menos obvios para la propia docencia específica del área (ver Tesis doctoral [1]), pero en cambio resulta fundamental para iniciar la capacitación en BIM. Para ello se concretan dos actividades puntuales en dos



BIM International Conference

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
 Universitat Politècnica de València  
 Valencia, 20 y 21 de mayo 2016

materias distintas para 1) Iniciar el trabajo con *interface* de software BIM y 2) Trabajar sobre los conceptos BIM de “objetos” y “sistemas”. Para ello se opta por la realización de 1) Ejercicios bidimensionales con las herramientas 2D incorporadas en software BIM (Revit [Autodesk] o Archicad [Graphisoft]) en lugar de software CAD 2D específico y 2) Modelos digitales gestionados por objetos y sistemas (directamente con software BIM o software 3D alternativo como Sketchup [Trimble]).

<b>G1</b>	<b>Dibujo arquitectónico</b>	0	A	B	C	D	E	F
Objetivo: Desenvolverse en <i>interface</i> general y herramientas específicas 2D de software BIM. Realizar ejercicios de diseño bidimensional en entorno digital.								
<b>G3</b>	<b>Taller de Dibujo integrado III</b>	Creación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: Realización de un modelo BIM sencillo. Manejo de modelos virtuales en base a objetos y sistemas.								

### 3.5 Actividades transversales

Las actividades transversales refuerzan el concepto fundamental de la metodología BIM, el flujo de datos, al extraer el marco de trabajo de la propia materia y su área de conocimiento, para secuenciar el desarrollo desde un área de conocimiento inicial para su evolución y/o análisis en otra área. Esta prometedora variante formativa aún no cuenta con experiencias académicas, pero cuenta con formatos de implantación ya perfilados por el BIMLab y su objetivo es buscar sinergias e inicios de integración parciales previas a las Asignaturas de Integración.

<b>G2</b>	<b>Geometría descriptiva</b>	<b>C1</b>	<b>Sistemas constructivos</b>
Objetivo: Valorar modificaciones desde la perspectiva geométrica como de la construcción arquitectónica. Herramientas de edición y gestión.			
<b>G1</b>	<b>Taller de Dibujo integrado I</b>	<b>E1</b>	<b>Mecánica Estructuras</b>
Objetivo: conectar los programas de modelado 3D con los conceptos del BIM. Entender que es estructura de un modelo previamente diseñado.			
<b>I2</b>	<b>Técnicas de acondicionamiento</b>	<b>C4</b>	<b>Sistemas envolventes</b>
Objetivo: valorar energéticamente la envolvente.			
<b>I3</b>	<b>Instalaciones en la edificación</b>	<b>P2</b>	<b>Taller de proyectos G2</b>
Objetivo: valorar la influencia de las instalaciones en el proyecto arquitectónico.			





BIM International Conference

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
 Universitat Politècnica de València  
 Valencia, 20 y 21 de mayo 2016

<b>I3</b>	<b>Sostenibilidad en el entorno</b>	<b>P4</b>	<b>Taller de proyectos G4</b>
	<b>construido</b>		
Objetivo: valorar la influencia del diseño sostenible basado en los cuatro pilares de la sostenibilidad en el proyecto arquitectónico.			
<b>G1</b>	<b>Gestión Empresarial</b>	<b>E4</b>	<b>Diseño Estructuras</b>
Objetivo: control de los costes, de los tiempos y del producto, de un modelo estructural dado.			
<b>PT1</b>	<b>Sistemas Técnicos</b>	<b>P5</b>	<b>Taller de proyectos G5</b>
Objetivo: integrar el proyecto personal con un desarrollo técnico.			

#### 4 METODOLOGÍA BIM EN ASIGNATURAS DE INTEGRACIÓN

El Plan de Grado en Fundamentos de la Arquitectura de la UEM tiene dos asignaturas transversales que han sido claves para la implantación BIM: Sistemas técnicos y Proyectos de Tecnología. El objetivo de estas asignaturas, que se imparten como talleres verticales con presencia conjunta de profesores de Construcción, Instalaciones y Estructuras, era principalmente integrar conocimientos técnicos en un solo proyecto. Para los de primer nivel centrarse en Integración y Simulación, y los de segundo nivel Integración y Documentación.

En estas asignaturas hay una experiencia [4] ya de dos cursos con implantación creciente. Son las asignaturas donde los alumnos ven claramente las ventajas del uso de la metodología BIM.

<b>PT1</b>	<b>Sistemas Técnicos</b>	Integración y Simulación	A	B	C	D	E	F
<b>PT2</b>	<b>Proyectos de Tecnología</b>	Integración Documentación	A	B	C	D	E	F
Objetivo: integración de las áreas de construcción, instalaciones e instalaciones-energía y desarrollo completo de un modelo y su documentación.								

La experiencia indica que para favorecer (no se ha obligado para evitar el efecto contrario) y promover el BIM, en los trabajos propuestos se debería:

- Proponer un proyecto común a desarrollar en equipo por varios alumnos, separando por zonas y no por disciplinas.
- Exigir la existencia de un modelo 3D y una estimación de costes en todas las fases.
- Permitir y favorecer las correcciones sobre el modelo y no sobre soporte plano o similar en pantalla.
- Exigir simulaciones de eficiencia energética y validez estructural.
- Acompañar en paralelo la asignatura con formación en herramientas BIM de modelado y simulación, tanto energética como estructural.



BIM International Conference

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
 Universitat Politècnica de València  
 Valencia, 20 y 21 de mayo 2016

- Apoyar el uso del BIM aunque las primeras experiencias de algunos alumnos sean claramente más groseras que con herramientas tradicionales.

## 5 ESQUEMA DE IMPLANTACIÓN BIM

Para entender en su totalidad el nivel de implantación BIM en el Grado en Fundamentos de la Arquitectura se ha desarrollado el gráfico adjunto (Ver figura 2) donde puede verse la implantación en cada asignatura, la conexión transversal entre asignaturas y el Nivel de Conocimiento BIM requerido (Ver punto 1.4).

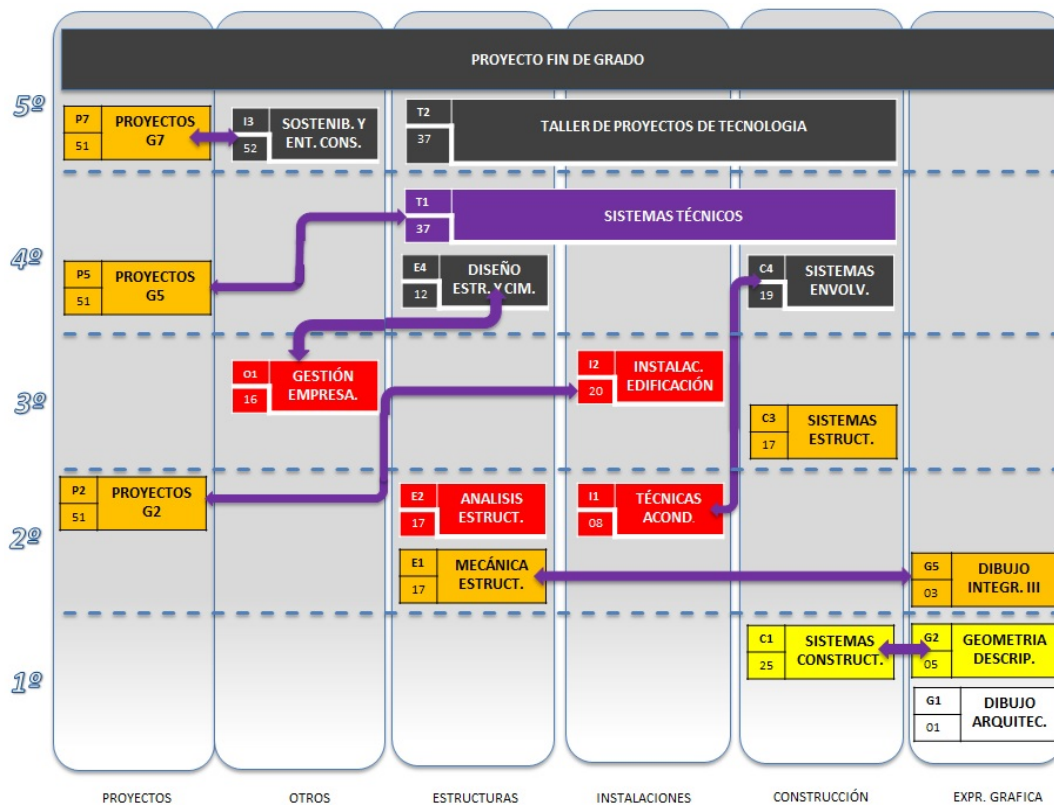


Fig 2. Esquema de implantación BIM. Grado Fundamentos de la Arquitectura 2016. Elaboración propia

En columnas se indican las áreas de conocimiento y en filas los cursos académicos. Cada asignatura implicada en la implementación BIM se muestra en un cuadro donde el color es el Nivel de Conocimiento BIM (Ver figura 1), el código alfanumérico ("C2") es el nivel de conocimiento en cada área y el número inferior muestra la Competencia Específica (Según Plan de Estudios) de dicha asignatura que desarrolla la actividad BIM. Mediante flechas se muestran las relaciones transversales BIM entre asignaturas.



BIM International Conference

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
Universitat Politècnica de València  
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016*

## **6 CONEXIÓN DEL ALUMNADO CON EL MUNDO PROFESIONAL BIM**

Tan importante como su introducción en las diferentes asignaturas y talleres, es que los alumnos perciban claramente que es la metodología que usarán en su futuro en el mundo profesional, y que es una vía para introducirse en el mundo laboral.

Desde la Universidad se ha hecho un esfuerzo para introducir a los alumnos en proyectos externos relacionados con el BIM, bien en proyectos de modelado de edificaciones existentes, bien en soporte para empresas externas o bien en implantaciones de BIM en empresas del sector.

Por cualquiera de las tres vías han entrado en el mundo profesional y el 100% se han quedado trabajando una vez terminados sus estudios, aportando a las empresas un conocimiento BIM que los ha hecho sentirse más valorados. Situación ésta difícil en la coyuntura económica actual.

Los ex-alumnos profesionalizados en el entorno BIM han sido finalmente los profesores de los cursos de herramientas BIM que se les imparte a los alumnos de forma extracurricular.

Por lo tanto, y en paralelo con la formación reglada se propone:

- Colaborar con empresas en el uso del BIM sirviendo la Universidad como apoyo y aporte de estudiantes en formación.
- Fomentar las actividades que divulguen el BIM en la Universidad como Talleres de Herramientas, Conferencias o Divulgación de experiencias.
- Promover el aprendizaje de herramientas BIM hasta que alcance el estatus de algo cotidiano. En la UEM esta labor se llevó a cabo inicialmente por los profesores más interesados que formaron el BIMLab, posteriormente pasó a la Delegación de Alumnos cuando creció el interés de los alumnos por el BIM y está en proceso de traspaso al ClubBIM para que se encarguen los específicamente interesados.
- Promover un entorno de aprendizaje común entre profesores y alumnos, puesto que es una metodología desconocida por ambos grupos y cuyas herramientas son más fáciles de aprender por los segundos aunque los primeros tengan los conceptos de la profesión más claros.

## **7 CONCLUSIONES**

El proceso de implantación del BIM es lento y laborioso y necesita de la ayuda tanto del profesorado como de la Dirección, y una vez iniciado, de los alumnos. El alumno es consciente de las ventajas una vez que es capaz de ver la globalidad del método y las posibilidades de simulación e integración que se le brindan, pero al principio, como cualquier profesional, también pone dificultades al cambio y sólo cuando considera que es útil lo aplica.

El cronograma del proceso de implantación entendemos que debería ser:

- Formación en herramientas a alumnos y profesores.
- Inclusión en asignaturas puntuales, fomentando fases concretas del aprendizaje.



BIM International Conference

*Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
Universitat Politècnica de València  
Valencia, 20 y 21 de mayo 2016*

- Inclusión en asignaturas transversales donde se potencia el uso del BIM.
- Fomento de la implicación de alumnos y profesores. Actividades relacionadas con el BIM más allá de las asignaturas.

Tras estos años de implantación hemos sido capaces de obtener algunas conclusiones que pudieran ayudar a la implantación en otras Universidades o en otros Grados:

- La formación en herramientas BIM no debe reducir los contenidos de las asignaturas. Debe ser formación extracurricular para evitar reducción de contenidos.
- El BIM no es sólo formación en herramientas, también en forma de trabajo. Solo enfocado a herramientas es difícil discernir las ventajas en simulación e integración.
- La colaboración entre asignaturas depende básicamente de la relación entre los profesores, es necesario buscar afinidades y retos personales, sólo los aspectos académicos no dan el éxito esperado.
- La existencia de una asignatura transversal o la aglutinación de varias es clave para la implantación del BIM. Si bien la rama Tecnológica es de inicio más afín al BIM, entendemos que debe extenderse a todas las ramas siempre que la integración sea viable.
- Cualquier colaboración transversal, en equipo con otra carrera de AEC es recomendable y algunas experiencias nos lo indican.

El Proyecto Fin de Grado no ha sido incluido en este marco de implantación pero sería la asignatura final donde el alumno condensaría todo su conocimiento BIM, siempre bajo su propio criterio y fuera del protocolo formativo anterior.

## 8 REFERENCIAS

- [1] Jurado J. (2016). *Aprendizaje integrado en Arquitectura con modelos virtuales*, Tesis doctoral Madrid: ETSAM.
- [2] Liébana Carrasco, Ó., Agulló de Rueda, J., Jiménez Morales, A., & Cosculluela Millás, J. (2015). Talleres s-BIM de interoperabilidad de TEKLA con software genérico de modelización. In M. B. Fuentes Giner & I. Oliver Faubel (Eds.), *EUBIM 2015 Congreso Internacional BIM* (pp. 63–73). Valencia: Universitat Politècnica de València.
- [3] Macdonald, J. A. (2012). A Framework for Collaborative BIM Education across the AEC Disciplines. In 37th Annual Conference of the Australasian Universities Building Educators Association (AUBEA) (pp. 223–230). Sydney.
- [4] Jurado Egea, J., Liébana Carrasco, Ó., & Gómez Navarro, M. (2015). Uso de BIM como herramienta de Integración en Talleres de Tecnología de la Edificación. In M. B. Fuentes Giner & I. Oliver Faubel (Eds.), *EUBIM 2015 Congreso Internacional BIM* (pp. 13–23). Valencia: Universitat Politècnica de València.