

Análisis de la implantación de la metodología BIM en los grados de ingeniería industrial en España bajo la perspectiva de las competencias

Analysis of the implementation of the BIM methodology in the spanish industrial engineering degrees under the competential perspective

V. Meana ^{1*}, A. Bello *, R. García *

* Universidad de Oviedo, Gijón, ESPAÑA

Fecha de Recepción: 27/09/2018

Fecha de Aceptación: 30/12/2018

PAG 169-180

Abstract

Every day, the BIM Methodology (Building Information Modeling) is getting closer to the companies and other members of the AEC sector (Architecture, Engineering and Construction), as well as to educational institutions that are starting to train new professionals on this matter. The roadmap set by the es.BIM Commission establishes the mandatory use of BIM for all public construction tenders as of December 17th, 2018 and for infrastructure tenders as of July 26th, 2019. The purpose of this paper is to make public and share the results of the research work concerning the state of implementation of BIM at different universities and Industrial Engineering Schools in Spain. However, are Spanish universities prepared for the challenge? Are teachers prepared for this? And what about the situation in Latin America? The study undertook a bibliographical review and analysis of publications addressing this topic, and talks given in specialized conferences. Different teaching experiences were analyzed and compared among several Spanish universities, and the problems encountered, the results obtained, future improvements and needs detected in relation to their implementation processes and procedures, have been taken into account.

Keywords: BIM, Industrial Engineering, University, Competencies, Training

Resumen

La metodología BIM (Building Information Modelling) está, cada día, acercándose más y más a empresas y otros participantes del sector AEC (Architecture, Engineering and Construction), así como a los centros educativos que empiezan a formar nuevos profesionales en esta materia. La hoja de ruta marcada por la Comisión esBIM establece la obligatoriedad del uso del BIM para toda licitación pública en la Edificación para el 17 de diciembre de 2018 y para el 26 de julio de 2019 en el caso de las Infraestructuras. El objetivo de este artículo es hacer público y compartir los resultados del trabajo de investigación sobre el estado de implantación del BIM en las diferentes universidades y escuelas de Ingeniería Industrial del territorio español. Pero, ¿están las universidades en España preparadas para este reto? ¿Está el profesorado preparado para ello? ¿Y en Latinoamérica? El estudio se realizó a través de la consulta y análisis bibliográfico de publicaciones sobre la materia y comunicaciones en congresos especializados. Se han analizado y comparado diversas experiencias docentes en varias universidades españolas y se han tenido en cuenta las problemáticas encontradas, los resultados obtenidos y las futuras mejoras y necesidades detectadas en sus procesos y procedimientos de implantación.

Palabras clave: BIM, Ingeniería Industrial, Universidad, Competencias, Formación

1. Introducción

La metodología BIM, con un importante grado de asentamiento en países centroeuropeos y otros del continente americano, ha empezado a despertar realmente interés en España en estos últimos cinco años. Existen numerosas definiciones de la metodología BIM cuya traducción podría entenderse como la metodología para la realización del Modelado de la Información de la Construcción y que consiste en la puesta en práctica de un método de trabajo

colaborativo para la creación, implementación y gestión de un proyecto de un edificio o una infraestructura a lo largo de todo su ciclo de vida. La intervención y participación en tiempo real de todos y cada uno de los actores que intervienen en el proceso a través de un modelo digital que integra toda la información útil, y que ha sido creado a tal fin, es la clave del éxito de esta metodología de colaboración multidisciplinar.

¹ Autor de Correspondencia:

Universidad de Oviedo, Gijón, ESPAÑA

E-mail: meanavictor@uniovi.es



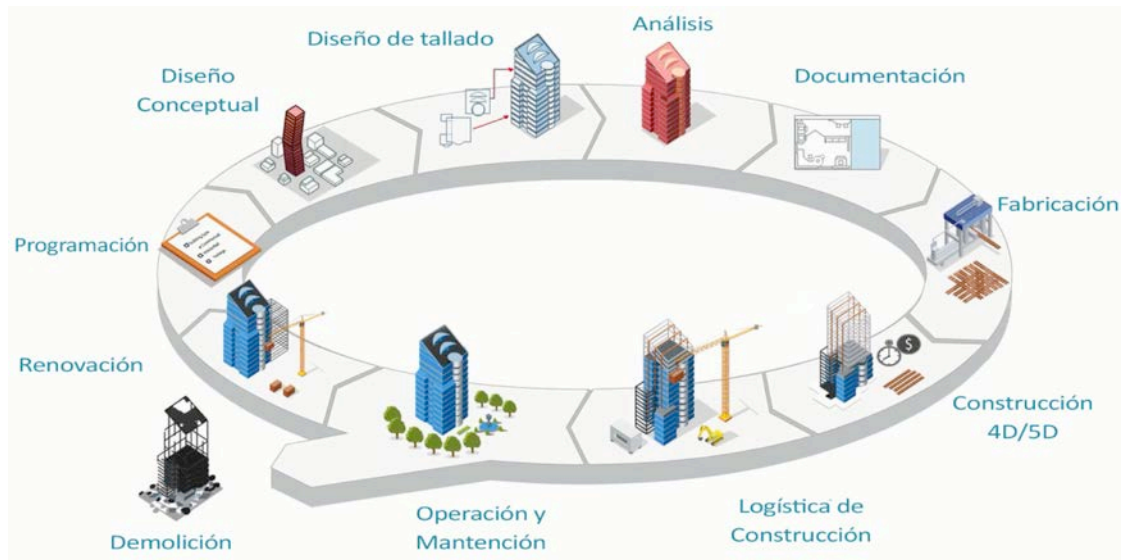


Figura 1. Ciclo de vida del modelo BIM
Fuente: www.advenser.ae

Se entiende por ciclo de vida (Figura 1) la consecución de todas y cada una de las fases a acometer en el proyecto constructivo, desde la generación de los primeros diseños hasta la finalización de la construcción, a las que se incorporan actividades post-proyecto como el mantenimiento, la rehabilitación y la posible demolición de lo construido.

Los beneficios que aporta la metodología BIM y que con mayor frecuencia se encuentran en la literatura científica se refieren a la reducción de los costes y a la posibilidad de realizar un mayor control de la construcción a lo largo del ciclo completo de vida del proyecto, siendo además ciertamente significativos los registros documentados en los ahorros de tiempo. Por otro lado, los aspectos negativos de su implementación se encuentran focalizados en el uso del software BIM (Bryde et al., 2013). El BIM refleja una transformación mayor dentro de la industria de la construcción. Los beneficios que ofrece para los diferentes agentes participantes, se pueden clasificar en función de la fase o etapa en que se encuentra el proceso; pre-construcción, diseño, construcción y post-construcción. Las más características se refieren a la obtención de una reducción de la generación de errores y por tanto una mayor eficiencia, precisión, rapidez, productividad, coordinación, coherencia, comunicación y reducción de costes del proyecto. Por el alcance y la variada naturaleza de los beneficios derivados del empleo de la metodología BIM en

los proyectos se reconoce y acuerda que aporta innumerables beneficios a la industria AEC y al sector de FM (Facilities Management), pero el problema real que aún permanece y que merece una consideración cuidadosa es si la profesión está lista para adoptar totalmente BIM (Mandhar et al., 2013).

Desde entonces y hasta ahora se ha estado trabajando, entre otros aspectos importantes, en la necesidad de la estandarización (Figura 2). Esta corriente normalizadora tiene, a su vez, origen en la aparición en Estados Unidos de América, en la década de los 90, de una organización privada cuyo objetivo básico era el desarrollo y estandarización de los sistemas BIM fomentando el uso de estándares abiertos de interoperabilidad, la Industry Alliance for Interoperability (IAI) que más adelante pasa a denominarse la buildingSMART International Alliance for Interoperability. Se trata de una entidad sin ánimo de lucro que pretende desarrollar y mantener estándares BIM internacionales, abiertos y neutros (Open BIM) acelerando la interoperabilidad en el sector de la construcción mediante casos de éxito, proporcionando especificaciones, documentación y guías de referencia e identificando y resolviendo los problemas que impiden el intercambio de información, de tal forma que se pueda extender el uso de esta tecnología y los procesos asociados a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio englobando a todos los agentes participantes.

Principios Técnicos: Estándar Básico		
Que hace	Nombre	Normativa
Describe procesos	IDM IDM Information Delivery Manual	ISO 29481-1 ISO 29481-2
Transporta información / datos	IFC IFC Industry Foundation Class	ISO 16739
Cambio de coordinación	BCF BCF BIM Colaboration Format	buildingSmart BCF
Mapeo de Términos	IFD International Framework for Dictionaries	ISO 12006-3 buildingSmart Data Dictionary
Traduce procesos en requisitos técnicos	MVD Model View Definitions	buildingSmart MVD

Figura 2. Normativa BIM
 Fuente: buildingSMART

Por otro lado, los niveles de madurez y desarrollo de BIM (Figura 3) han sido ampliamente discutidos por distintos autores (Barlish et al., 2012) (Succar, 2010) (Sebastian et al., 2010), si bien el BewRichards BIM Maturity Model es el modelo más utilizado en la industria o en las organizaciones y es el adoptado por el Reino Unido (Martin Dorta et al., 2014). Se acepta el concepto de niveles BIM, que se definen con un rango de 0 a 3, a partir del criterio requerido para el cumplimiento en la adopción de esta metodología en base al estatus que la organización tiene al respecto. Este modelo identifica el "Nivel 0" como el nivel más simple donde la representación se realiza en 2D a través del CAD como sustituto de los planos tradicionales en papel y en el que no existe ningún tipo de colaboración. El "Nivel 1" comienza con la introducción de prácticas para la gestión de la

producción, la distribución y la calidad de la información de la construcción, incluyendo los generados por sistemas CAD comenzando a utilizar un proceso normalizado para la colaboración. En el "Nivel 2" ya se entiende un proceso colaborativo que requiere procedimientos de intercambio de información entre los diferentes participantes en el proyecto y que supone, por tanto, la gestión con herramientas BIM de entornos 3D de las distintas disciplinas del proyecto y los datos asociados. Todavía no existe un modelo único de trabajo. Por último, el "Nivel 3" supone, entre otros, la creación de una cultura de cooperación que permita a los integrantes del proyecto "aprender y compartir", permitiendo además un marco de referencia que permita la integración de los datos, asegure la consistencia de la información, faculte la colaboración y habilite una completa interoperabilidad.



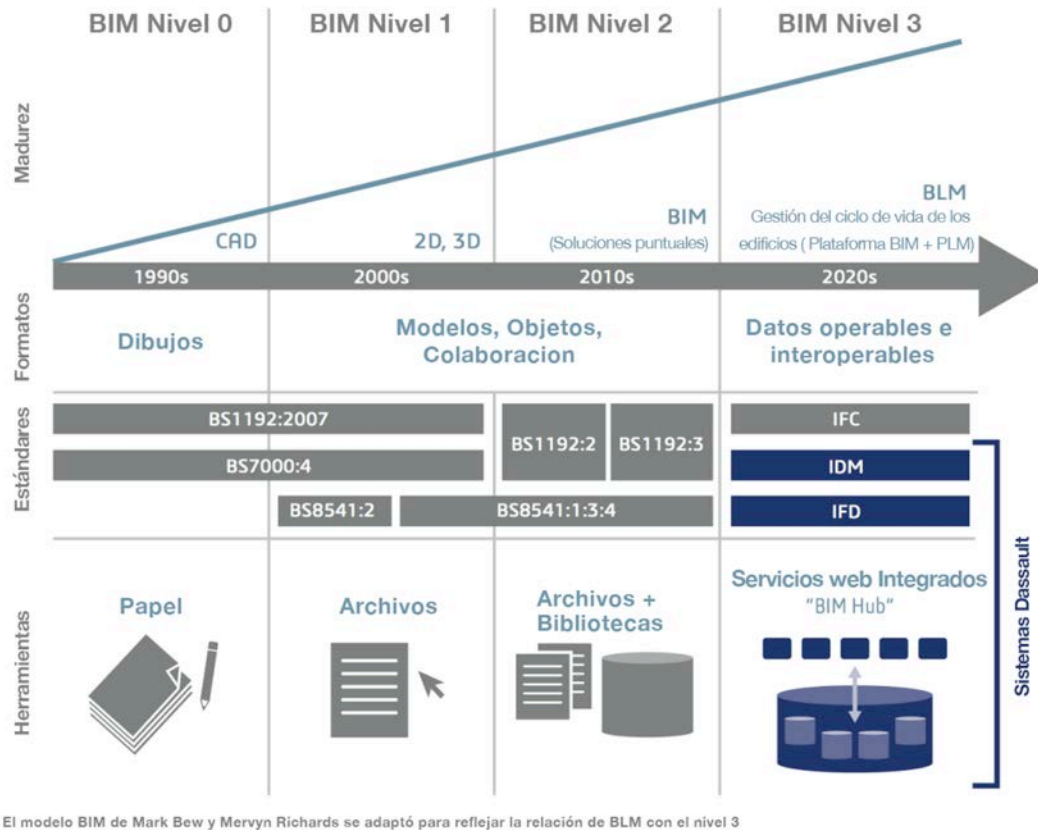


Figura 3. Niveles de madurez BIM definidos por Mark Bew and Mervyn Richards
Fuente: www.medium.com

2. Originalidad

En la literatura, se pueden encontrar diversos artículos y ponencias (Liébana et al., 2013) (Piedecausa et al., 2015) (Maldonado, 2016) referidos a la implementación de la metodología BIM en diferentes escuelas y facultades del territorio español. Su inclusión en los diferentes planes de estudio se ha venido realizando desde diferentes plataformas, de tal forma que el abordaje de la cuestión está pasando por la realización de talleres transversales, como en la Universidad de Alicante (Piedecausa et al., 2017), talleres integradores en la Universidad de Sevilla (Nieto et al., 2017) programas de inmersión formativa dirigidos a profesores en la escuela Politécnica de Cuenca (Cañizares et al., 2017), inclusión de los fundamentos de la metodología BIM en asignaturas de grado (Gallego et al., 2015)(Valverde et al., 2016), inclusión de la metodología BIM en másteres de edificación (Cos-Gayon, 2016), másteres específicos sobre BIM (Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Internacional de la Rioja, Universidad de Granada,...), desarrollo de títulos propios (Universidad de Oviedo, Universidad de Sevilla,...), etc. Todos ellos teniendo como común denominador el aspecto técnico y tecnológico de la implementación de la metodología.

Es evidente que la integración del BIM en los últimos años está siendo caótica y asimétrica (Mokhtar-Noriega et al., 2018) y donde la vertiente técnica está jugando un papel fundamental sin tener en cuenta la dimensión cultural de esta metodología. Falta, por tanto, evidencia de la importancia que supone la consideración de aspectos culturales y emocionales en la implantación de la metodología BIM en la formación de los profesionales, presentes y futuros. ¿Por qué sería necesario que los estudiantes de ingeniería conozcan la metodología BIM y ésta se enseñe desde la perspectiva de las personas en lugar desde la perspectiva de las aplicaciones? ¿Podría este cambio de paradigma incrementar los beneficios de la implantación de una metodología BIM en las organizaciones? ¿Tiene realmente sentido enseñar a los futuros egresados la metodología BIM y las herramientas BIM sin antes prepararles a trabajar en un entorno colaborativo? ¿Deberían los planes docentes en la Ingeniería Industrial incluir la formación en herramientas de aprendizaje como la cooperación? Si las empresas deben prepararse y formarse para la gestión de los cambios organizacionales ¿deberían las Escuelas en general y las de Ingeniería Industrial, en particular, anticiparse e implementar su propia gestión del cambio para adaptar su modelo formativo a las necesidades profesionales de modelos colaborativos?

De acuerdo a nuestro conocimiento no existe un planteamiento claro y definido que realmente de respuesta a las preguntas anteriores, por lo que es objeto de este artículo analizar y proponer caminos a recorrer en la dirección de mejorar las bases culturales y organizativas que sustenten los conocimientos técnicos de la metodología BIM.

3. Metodología

Para la recopilación de los datos y la información precisa que ha permitido la realización de la investigación se ha partido del estudio realizado por el subgrupo 2.2 del Grupo de Trabajo 2 (Personas) que ha definido el Comité Técnico de la Comisión esBim. El Ministerio de Fomento de España constituye dicha Comisión el 14 de julio de 2015 para la implantación de la metodología BIM en el territorio nacional con el fin de impulsar esta implantación en el sector de la construcción, dando de esta manera continuidad a la Directiva Europea 2014/24/UE (Parlamento Europeo 2014) sobre contratación pública, en fase de Anteproyecto de Ley para su transposición a la legislación nacional. Concretamente, en el artículo 22, se hace referencia al modelado electrónico y de información de las construcciones o similares abriendo la posibilidad a que los estados miembros exijan el uso de las herramientas específicas para el modelado electrónico de datos de las construcciones en los procesos constructivos.

El análisis del Mapa de la Formación BIM en la Universidad española (Comisión es.BIM, 2017) ha permitido profundizar en la formación que imparten aquellas universidades en las que las escuelas de Ingeniería Industrial están de algún modo impartiendo estudios relacionados con el BIM. De los datos que conforman este mapa nacional que incluye los niveles universitarios de Grado y Máster con disciplinas relacionadas con BIM se han analizado los ámbitos en los que se incluye la formación (asignaturas, talleres...) dentro de los Grados o Posgrados de Ingeniería Industrial, profundizando en sus guías docentes para analizar las materias incluidas, los objetivos perseguidos y las competencias que se trabajan en el contexto de la metodología BIM.

En el mismo sentido se ha considerado realizar un análisis de las asignaturas impartidas en aquellas universidades españolas en las que existe profesorado perteneciente a INGEGRAF, la asociación sin ánimo de lucro centrada en la promoción del área de conocimiento de la Expresión Gráfica en la Ingeniería y que, o bien tienen contenidos BIM en la docencia oficial, o existe un interés en tenerlos.

Así mismo, se ha analizado la situación de la implantación a partir de las diferentes ponencias y comunicaciones que desde el año 2012 se vienen exponiendo en el Congreso Internacional BIM - EUBIM, Encuentro de usuarios BIM. Desde su primera celebración se ha constatado como una de las principales fuentes de información para el conocimiento de la implantación BIM en España. De hecho, han considerado un espacio de referencia dentro del congreso para el tratamiento específico del BIM en la Universidad, al considerar a ésta como uno de los agentes del cambio en la divulgación, formación e investigación de nuevas metodologías de gestión de proyectos de construcción. En este caso, el análisis se ha centrado en las comunicaciones que a lo largo de estos años han resultado

de la experiencia real de programar e implementar, en el currículo de asignaturas regladas de grado y posgrado, las herramientas BIM. La finalidad era ver en qué medida los objetivos, posibilidades, metodología formativa y resultados están orientados o son capaces de crear una política colaborativa de todos los actores participantes del proceso constructivo, impulsando no sólo los conocimientos sino las competencias y habilidades necesarias para este cambio de cultura.

Por último, como resultado del estudio, se establecen las conclusiones obtenidas que resumen el estado de la implantación de la metodología BIM en las Escuelas de Ingeniería Industrial y se proponen hojas de ruta o vías que puedan soslayar los "gaps" encontrados en la formación competencial de los futuros egresados de dichas escuelas en lo relativo a la metodología BIM.

4. Análisis de la información

Actualmente se cuenta en España con un total de 84 universidades entre públicas y privadas en las cuales se imparten un total de 2.856 grados, según los últimos datos recabados por www.universia.es. De éstos, sólo 699 se centran a las áreas de conocimiento en las que teóricamente podría estar incluida la docencia en BIM; la Ingeniería, la Tecnología, la Industria, la Arquitectura y la Construcción, con una relación de 4,7:1 entre los que se imparten en universidades públicas y los que pertenecen a universidades privadas. Los datos de partida de la encuesta realizada por la Comisión es.BIM para conocer el estado de inclusión de la metodología BIM en los planes de estudio actualmente vigentes están soportados por las respuestas que han enviado 28 de las 119 escuelas con grados de ingeniería y arquitectura a las que se ha solicitado su colaboración y cuya distribución público-privado ha sido de 23:5. En este punto es importante señalar que únicamente 5 universidades (Cantabria, Extremadura, Jaén, Oviedo y Valladolid) con grados en Ingeniería Industrial han participado en la encuesta, lo cual supone un 11,63% del total (Arquitectura:11, Ingeniería Civil:11, Edificación/Arquitectura Técnica:16, Ingeniería Industrial:5), lo cual refleja claramente la escasa implantación de la metodología BIM en general y la poca implicación de la Ingeniería Industrial en particular.

Por otro lado, se han podido encontrar nueve universidades (Almería, Córdoba, Jaén, Politécnica de Cartagena, Oviedo, Politécnica de Madrid, Politécnica de Cataluña, Politécnica de Valencia y Rioja) con profesores adscritos a la asociación Española de Ingeniería Gráfica, INGEGRAF, y en las que, si bien todos han mostrado interés en incluir el BIM en la docencia oficial, sólo seis de ellas ya disponen de asignaturas con contenidos BIM, estando únicamente enmarcadas en estudios de grados en ingenierías industriales las universidades de Oviedo, de Jaén y la Politécnica de Cartagena.

A su vez, se han revisado las diferentes comunicaciones y ponencias que, dentro de las diferentes ediciones del Congreso Internacional EUBIM, estaban orientadas al tema del BIM en la Universidad y, dentro de éstas, aquellas que trataban temas relacionados específicamente con formación en la Universidad (Gráfico 1). Del total de las 25 comunicaciones que se pueden encuadrar en este apartado ninguna proviene de experiencias en la Ingeniería Industrial, siendo la mayoría de ellas, un 52 %, de la experiencia real de programar e implementar, en el currículo de asignaturas regladas de grado y posgrado, las herramientas BIM.



comunicaciones remitidas de escuelas de arquitectura, un 20 % son provenientes de escuelas de ingeniería de la edificación, un 8 % desde la ingeniería civil y el restante 20 % se corresponden con comunicaciones que diferentes

autores, que sin estar adscritos a ninguna universidad, cuentan o proponen experiencias en formación BIM. Vuelve a ser significativa la poca involucración de las Ingenierías Industriales en la formación en metodología BIM

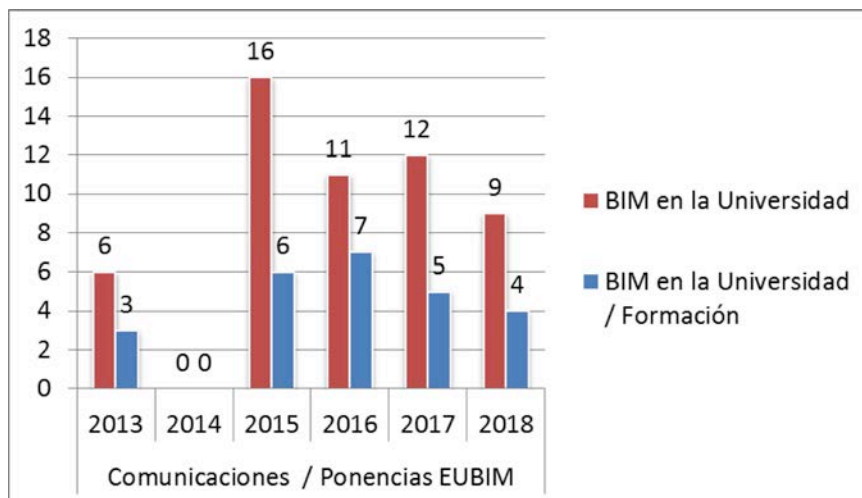


Grafico 1. Numero de ponencias totales sobre BIM en la Universidad versus ponencias específicas sobre formación BIM en la Universidad. Elaboración propia.

Se ha podido limitar, pues, la inclusión de formación en la metodología BIM exclusivamente en cuatro asignaturas (Proyectos, Técnicas de Ingeniería Gráfica aplicadas a Ingeniería Mecánica, Aplicaciones Industriales del CAD y TFG) de los Grados de Ingenierías o Tecnologías Industriales correspondientes a cinco universidades (Tabla 1). La carga docente de estas asignaturas se centra mayoritariamente en el último curso del grado, con las excepciones de las Técnicas de Ingeniería Gráfica aplicadas a la Ingeniería Industrial del Grado de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Jaén, que se imparte a lo largo del 6º cuatrimestre y la asignatura de Proyectos / Oficina Técnica que se imparte en el segundo

curso de Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad de Valladolid. Por otra parte, la mayor parte de los créditos se encuentran en la asignatura de Trabajo Fin de Grado (Proyectos Fin de Grado en la Universidad de Oviedo) donde la carga de horas presenciales y de actividad docente es sustancialmente menor. La contextualización de esta asignatura se centra en la importancia que conlleva el ejercicio de integración de los conocimientos adquiridos y, por tanto, su aportación en la adquisición en otros nuevos es despreciable, lo que reduce, si cabe aún más, el peso de la formación en BIM dentro del currículo de estos Grados.

Tabla 1. Relación de asignaturas en Escuelas de Ingeniería industrial con relación en BIM

UNIVERSIDAD	GRADO-S	ASIGNATURA	CURSO/SEMESTRE/ CUATRIMESTRE	CREDITOS
Universidad de Extremadura	Ingenierías Industriales	Proyectos	7º Cuatrimestre	6
Universidad de Valladolid	Tecnologías Industriales	Proyectos Técnicos Industriales	4º Curso	6
		Trabajo Fin de Grado	4º Curso	12
		Proyectos / Oficina Técnica	2º Curso	12
Universidad de Jaén	Ingeniería Mecánica	Técnicas Ing. Gráfica aplicadas a Ing. Mecánica	6º Cuatrimestre	6
		Trabajo Fin de Grado	8º Cuatrimestre	12
Universidad Politécnica de Cartagena	Ingenierías Industriales	Trabajo Fin de Grado	4º Curso	12
Universidad de Oviedo	Tecnologías Industriales / Ingenierías Industriales	Aplicaciones Industriales del CAD	4º Curso	6
		Proyectos Fin de Grado	4º Curso	12

Por otra parte, se han analizado también los diferentes programas docentes de las asignaturas con formación BIM comparando las diferentes competencias adquiribles en cada una de ellas con el objetivo de ver en qué medida existe una homogeneización de objetivos en relación con la metodología BIM.

El proceso de enseñanza-aprendizaje por competencias desde un enfoque sistémico demanda la concatenación de todos sus componentes (objetivo-contenido-método-medios-evaluación) que comprenda los principios psicopedagógicos, la sistematización, la lógica de la asignatura y del proceso didáctico para permitir a los alumnos la adquisición de los conocimientos y el desarrollo de habilidades (Marrero et al. 2017). Con esta premisa hemos querido también analizar la convergencia con las competencias profesionales y habilidades que se pueden demandar en organizaciones que tengan o quieran tener implantada la metodología de trabajo BIM.

De acuerdo a la nueva estructura del EEES y siguiendo la estela del Plan Bolonia, la enseñanza se basa en la adquisición de competencias. Si bien no existe una única definición, de acuerdo a ANECA, se entiende por competencia como el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes que se adquieren o desarrollan mediante experiencias formativas coordinadas, las cuales tienen el propósito de lograr conocimientos funcionales que den respuesta de modo eficiente a una tarea o problema de la vida cotidiana y profesional que requiera un proceso de enseñanza y aprendizaje (ANECA, 2012). Por otra parte, las competencias pueden ser, según la clasificación utilizada por el Ministerio de Educación en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT), diferenciadas según su nivel de concreción:

a) Competencias Básicas o Generales, comunes a la mayoría de los Títulos, pero adaptadas al contexto específico de cada uno de ellos. Se desarrollan con

mayor o menor intensidad en función de las características del Título en cuestión.

b) Competencias Específicas, propias de un ámbito o Título y están orientadas a la consecución de un perfil específico del egresado. Estas competencias se deben circunscribir a aspectos formativos y ámbitos de conocimiento muy próximos al Título.

c) Competencias Transversales, comunes a todos los estudiantes de una misma Universidad o centro universitario, con independencia del Título que cursen.

Partiendo de esta clasificación es fácil encontrar una cierta disparidad y heterogeneidad en la asignación de competencias, tipos y denominaciones en las diferentes asignaturas, grados y universidades (Tabla 2). Así, las universidades de Extremadura, Oviedo y Cartagena distinguen en dos grupos diferenciados las competencias básicas y las generales mientras que Jaén las aplica, todas ellas, como básicas y Valladolid lo hace como generales. A su vez, las universidades de Extremadura, Jaén y Cartagena tienen definidas las mismas competencias básicas y, sin embargo, Valladolid utiliza una clasificación de competencias generales diferente al resto. Oviedo, por su parte, opta por asignar competencias básicas y generales diferentes a las demás. Algo similar ocurre con las competencias específicas y transversales. Las universidades de Extremadura, Jaén y Cartagena diferencian ambas clasificaciones. La Universidad de Valladolid sólo acude a las competencias específicas y la Universidad de Oviedo clasifica como competencias comunes las que en otras universidades aparecen como específicas. Y no sólo existe esta disparidad en las clasificaciones y denominaciones, sino que también se ha podido detectar una clara diferencia cuantitativa entre las competencias asignadas por una u otra universidad.

Tabla 2. Clasificación de las diferentes competencias asignadas a cada asignatura en función de la Universidad.

UNIVERSIDAD	ASIGNATURA	COMPETENCIAS BÁSICAS	COMPETENCIAS GENERALES	COMPETENCIAS TRANSVERSALES	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
Universidad de Extremadura	Proyectos	5	11	10	1
Universidad de Valladolid	Proyectos Técnicos Industriales		2		7
	Trabajo Fin de Grado		15		1
	Proyectos / Oficina Técnica		2		1
Universidad de Jaén	Técnicas de Ingeniería Gráfica aplicadas a Ing. I	2		4	2
	Trabajo Fin de Grado	2			
Universidad Politécnica de Cartagena	Trabajo Fin de Grado	5	5	6	1
Universidad de Oviedo	Aplicaciones Industriales del CAD	2	12		1
	Proyectos Fin de Grado		16		



Y todo ello teniendo presente que, aparte de su diferente clasificación, no son exactamente coincidentes las competencias definidas por unas y otras universidades. Con este panorama competencial parece difícil el establecimiento de criterios uniformes y homogéneos en cualquier nuevo proyecto docente máxime cuando desde el punto de vista del mercado laboral las exigencias

competenciales están a su vez agrupadas en otros tantos diferentes grandes capítulos.

Pero no es de extrañar tal situación, pues se puede encontrar en la literatura que ya se parte de que aparecen numerosas acepciones de la palabra competencia (Figura 4). En el listado que se adjunta a continuación (Cano, 2008) se recogen unas cuantas definiciones de las muchas que se pueden encontrar:

COMPETENCIAS

- *Aptitud para enfrentar eficazmente una familia de situaciones análogas, movilizando a conciencia y de manera a la vez rápida, pertinente y creativa, múltiples recursos cognitivos: saberes, capacidades, micro-competencias, informaciones, valores, actitudes, esquemas de percepción, de evaluación y de razonamiento.*
- *Saber hacer complejo resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades y habilidades (pueden ser de orden cognitivo, afectivo, psicomotor o sociales) y de conocimientos (conocimientos declarativos) utilizados eficazmente en situaciones que tengan un carácter común (situaciones similares, no generalizable a cualquier situación).*
- *Saber hacer complejo que exige un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, valores y virtudes que garantizan la bondad y eficiencia de un ejercicio profesional responsable y excelente.*
- *Capacidad de aplicar conocimientos, destrezas y actitudes al desempeño de la ocupación que se trate, incluyendo la capacidad de respuesta a problemas, imprevistos, la autonomía, la flexibilidad, la colaboración con el entorno profesional y con la organización del trabajo.*
- *Posee competencias profesionales quien dispone de los conocimientos, destrezas y actitudes necesarias para ejercer una profesión, puede revisar los problemas profesionales de forma autónoma y flexible y está capacitado para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo.*
- *Ser capaz, estar capacitado o ser diestro en algo. Las competencias tienden a transmitir el significado de lo que la persona es capaz de o es competente para ejecutar, el grado de preparación, suficiencia o responsabilidad para ciertas tareas.*
- *Grado de utilización de los conocimientos, las habilidades y el buen juicio asociados a la profesión, en todas la situaciones que se pueden confrontar en el ejercicio de la práctica profesional.*
- *Capacidad para desarrollar con éxito una acción determinada, que se adquiere a través del aprendizaje.*
- *Habilidad aprendida para llevar a cabo una tarea, deber o rol adecuadamente. Tiene dos elementos distintos: está relacionada con el trabajo específico en un contexto particular e integra diferentes tipos de conocimientos, habilidades y actitudes. Se adquiere mediante el learning-by-doing. A diferencia de los conocimientos, habilidades y actitudes, no se pueden evaluar independientemente. También hay que distinguir las competencias de rasgos de personalidad, que son características más estables del individuo.*
- *Representan una combinación dinámica de atributos, en relación al conocimiento y su aplicación, a las actitudes y responsabilidades, que describen los resultados de aprendizaje de un determinado programa o cómo los estudiantes serán capaces de desarrollarse al final del proceso educativo.*
- *Integración de conocimientos, habilidades, cualidades personales y comprensión, utilizadas adecuadamente y efectivamente tanto en contextos familiares como en circunstancias nuevas y cambiantes.*
- *Capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz.*
- *Integración de conocimientos, habilidades y actitudes de forma que nos capacita para actuar de manera efectiva y eficiente.*
- *Implica tener una habilidad respecto a un dominio básico pero, sobre todo, implica regulación, monitorización y capacidad de iniciativa en el uso y desarrollo de dicha habilidad.*
- *Capacidad de usar funcionalmente los conocimientos y habilidades en contextos diferentes. Implica comprensión, reflexión y discernimiento, teniendo en cuenta simultánea e interactivamente la dimensión social de las actuaciones a realizar*

Figura 4. Diferentes acepciones del término competencia.
Fuente: (Cano, 2008)

Como se citaba anteriormente, desde el punto de vista del mercado laboral, las competencias se agrupan de forma diferente a las encontradas en la docencia. En cualquier caso, si por algo debiera tener razón de ser un estudio competencial es por su conexión entre el ámbito académico-docente y el mundo laboral. Según (Olaz et al., 2011) la oferta y la demanda de la fuerza de trabajo obligan a un punto de encuentro donde conciliar posiciones. En este sentido, y según el Informe Ejecutivo de Estudios de la (ANECA, 2007) denominado “El profesional flexible en la

Sociedad del Conocimiento” , se mencionan cinco grandes familias de competencias requeridas por el puesto de trabajo y, por extensión, en el mercado laboral; a saber, el conocimiento, el análisis y la innovación, la gestión del tiempo, la organización y la comunicación, que en su máximo desarrollo dan lugar a diecinueve competencias (Tabla 3) desde la exigencia del mercado laboral, y que en el caso de las titulaciones técnicas refleja el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 3. Nivel de competencias necesario en “Trabajo actual” y diferencia entre el “Nivel necesario” para desempeño y el “Nivel adquirido en la titulación”.
Fuente: ANECA.

	Nivel de competencias necesario para desempeño del "Trabajo actual" Escala 1- "Muy bajo" a 7- "Muy alto"	Dif. 'Nivel necesario' - 'Nivel adquirido en titulación' Escala de -6 a +6
<i>Capacidad para hacerse entender</i>	5.8	2.0
<i>Capacidad para coordinar actividades</i>	5.7	2.0
<i>Capacidad para usar el tiempo de forma efectiva</i>	5.7	1.6
<i>Capacidad para encontrar nuevas ideas y soluciones</i>	5.7	1.4
<i>Capacidad para trabajar en equipo</i>	5.7	1.4
<i>Capacidad para rendir bajo presión</i>	5.7	1.4
<i>Capacidad para utilizar herramientas informáticas</i>	5.6	1.7
<i>Dominio de su área o disciplina</i>	5.5	1.4
<i>Capacidad para adquirir con rapidez nuevos conocimientos</i>	5.5	0.6
<i>Capacidad para redactar informes o documentos</i>	5.4	1.3
<i>Capacidad para hacer valer tu autoridad</i>	5.3	2.3
<i>Predisposición para cuestionar ideas propias o ajenas</i>	5.2	1.3
<i>Capacidad para movilizar las capacidades de otros</i>	5.2	2.0
<i>Pensamiento analítico</i>	5.2	0.6
<i>Capacidad para presentar en público productos, ideas o informes</i>	5.0	1.6
<i>Capacidad para negociar de forma eficaz</i>	4.9	2.3
<i>Capacidad para detectar nuevas oportunidades</i>	4.7	1.6
<i>Conocimientos de otras áreas o disciplinas</i>	4.4	0.9
<i>Capacidad para escribir y hablar en idiomas extranjeros</i>	3.7	1.4

Sin embargo, vuelve a existir aquí una cierta discrepancia con la realidad del mundo laboral. Sin entrar en demasiado análisis, pues supondría un exhaustivo trabajo adicional y complementario a lo que se busca en el presente artículo, las grandes empresas de selección y reclutamiento de personal en el ámbito nacional presentan a sus candidatos otras listas de competencias que, en la mayoría de los casos de futuros graduados, tienen actualmente una orientación más definida hacia la inteligencia social y emocional. Quizás esta diferencia tenga relación con el hecho de que el énfasis en los conocimientos teóricos es muy elevado en todas las titulaciones, especialmente en las de ciclo largo, posicionándose nuestro país entre aquellos en los que la

enseñanza teórica es más enfatizada con niveles bajos comparativamente hablando en lo concerniente a la enseñanza práctica (ANECA 2007). Ya en el año 1996, Daniel Goleman escribía que “La inteligencia académica no ofrece la menor preparación para la multitud de dificultades – o de oportunidades– a la que deberemos enfrentarnos a lo largo de nuestra vida”. En comparación con el citado listado de competencias de ANECA, la institución (DuocUC 2002) ha levantado el Diccionario de Referencia de Competencias Laborales Blandas (Figura 5) cuyo marco teórico se basó en el enfoque de Competencias de Hay / Mc Bear desarrollado por Hay Group Internacional.



CAPACIDADES COGNITIVAS Y HABILIDADES INTELECTUALES	HABILIDADES CONDUCTUALES	RASGOS DE LA PERSONALIDAD	ACTITUDES VALÓRICAS
-Juicio Crítico -Pensamiento Analítico -Pensamiento Conceptual -Pensamiento Relacional	-Comunicación Oral y Escrita (Persuasión) -Liderazgo -Trabajo en Equipo y Colaboración -Organización del Trabajo	-Auto Control -Autonomía – Autoconfianza -Comprensión Interpersonal y Empatía -Disposición a Aprender -Flexibilidad -Iniciativa - Proactividad -Orientación al Logro	-Compromiso (Identificación con la Empresa) -Ética – Integridad -Orden y Calidad -Responsabilidad

Figura 5. Listado de Competencias. (DuocUC 2002)

5. Conclusiones

A la vista de la información que se ha ido exponiendo, parece obvio el estado incipiente de la metodología BIM en el campo universitario pudiéndose, de forma resumida, enumerar las siguientes conclusiones y propuestas de trabajo que ayuden y faciliten la adopción de un adecuado modelo de implantación de esta metodología:

1°.- La incorporación de la metodología BIM a los proyectos docentes en las universidades españolas se antoja poco significativa, máxime si lo ponemos en comparación con los países centroeuropeos, siendo casi irrelevante en las Escuelas de Ingeniería Industrial españolas. Son las escuelas de Arquitectura, de Ingeniería de la Edificación y de Ingeniería Civil las que están liderando este proceso.

2°.- No existen planes definidos de implantación del BIM, o al menos no están al alcance del autor, en las escuelas universitarias españolas, sino que los procesos se inician por inclusiones del BIM en la programación docente desde diferentes vías y siempre a partir de iniciativas aisladas y no coordinadas inter-escuelas.

3°.- Se observa un cierto consenso en la formulación de la integración del BIM en los planes docentes, proyectos pilotos en los que se espera obtener resultados que puedan

consolidar las propuestas de implantación, al considerar que existen marcos de oportunidad que puedan paliar temporalmente el retraso de la incorporación integral del BIM en la Universidad.

4°.- La baja implantación de la metodología BIM evidencia un elevado desconocimiento por parte de los docentes que deberá resolverse mediante acciones coordinadas que logren su implicación en el proceso como sujetos inexorablemente necesarios para el éxito del proceso.

5°.- El congreso EUBIM se perfila como un importante punto de encuentro y debate para una posible homogeneización de las iniciativas docentes en materia de BIM.

6°.- La heterogeneidad de los planes docentes, en general, y su asignación de competencias en materias relacionadas con el BIM, en particular, demuestra una importante b con las necesidades y reclamos competenciales dentro del mundo laboral.

7°.- Las competencias emocionales deben ser un foco de trabajo esencial en una metodología que, como el BIM, adquiere una elevada notoriedad dentro de los procesos colaborativos y multidisciplinares.

8°.- Los planteamientos de implantación de la metodología BIM en las escuelas universitarias deberán ser estratégicos en primer lugar y operativos en segundo, para minimizar el efecto de que el “producto” de nuestras universidades, los egresados, perciban como enormes las diferencias entre el mundo académico y el mundo laboral tras acabar los estudios e iniciar el camino profesional.

9°.- Se manifiesta necesaria la constitución de una comisión interuniversitaria como elemento vertebrador capaz de unificar los objetivos a alcanzar tanto en materia de conocimiento como de habilidades inter e intrapersonales detectando las necesidades competenciales de los futuros graduados especialistas en BIM.

6. Referencias

- ANECA (2012), Guía de apoyo para la elaboración de la memoria de verificación de títulos oficiales universitarios (grado y máster).
- ANECA (2007), El profesional flexible en la Sociedad del Conocimiento.
- Barlish, K., Sullivan, K. (2012), How to measure the benefits of BIM - A case study approach. Automation in construction. Volume 24, July 2012, pages 149-159 (disponible en <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>)
- Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J.M. (2013), The project benefits of Building Information Modelling (BIM). International Journal of Project Management 31: 971-980 (disponible en www.sciencedirect.com).
- Cano, M.E. (2008), La evaluación por competencias en la educación superior. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, vol. 12, núm. 3, 2008, pp. 1-16 (disponible en <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev123COL1.pdf>).
- Cañizares, J.M., Alfaro J., Valverde D., Martínez J.A., Pérez, P.E. (2017), Experiencia docente de integración de metodología BIM para el concurso BIM Valladolid 2016. EUBIM 2017: Congreso Internacional BIM / 6° Encuentro de Usuarios BIM.
- Comisión esBIM. Subgrupo 2.2 (2017), Mapa de la formación BIM en la Universidad
- Cos-Gayon, F. (2016), Experiencia de implantación de metodología BIM en el plan de estudios del Máster Universitario de Edificación de la UPV. EUBIM 2016: Congreso Internacional BIM / 5° Encuentro de Usuarios BIM.
- DuocUC (2002), Diccionario de Referencia Competencias Laborales Blandas, Versión A/2002 Documento de trabajo interno. (disponible en http://observatorio.duoc.cl/sites/default/files/diccionario_competencias_blandas_duocuc.pdf).
- Gallego, T., Huedo, P. (2015), Introducción al concepto Building Information Modelling (BIM) en el grado de arquitectura Técnica de la Universidad Jaime I. EUBIM 2015: Congreso Internacional BIM / Encuentro de Usuarios BIM.
- Goleman, D. (1996), Inteligencia Emocional. Ed.Kairos
- Liébana, Ó., Agulló, J. (2013), Integración de metodología S-BIM en Máster Oficial en Estructuras de Edificación. EUBIM 2013: 1er Congreso Nacional BIM.
- Maldonado, E. (2016), Metodología BIM en el grado de edificación: modelo de taller en la asignatura Expresión Gráfica de Tecnologías. Spanish Journal of BIM, nº 16/1 30-39 (disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5776223>)
- Mandhar, M., Mandhar M.(2013), Biming the architectural curricula – integrating building information modelling (BIM) in architectural education International Journal of Architecture (IJA), Volume 1, Issue 1: 01-20 (disponible en www.buildingsmart.es/index.php/sjbim/1401).
- Marrero, O., LassodelaVega, MC. (2017), El proceso de enseñanza-aprendizaje por competencias. Una visión desde el enfoque sistémico. Congreso Universidad Vol.6, No.4 (disponible en www.congresouniversidad.cu/revista/index.php/congresouniversidad/index).
- Martín Dorta, N., González de Chaves Assef, P., Roldán Méndez, M. (2014), Building Information Modelling(BIM): Una oportunidad para transformar la industria de la construcción Spanish Journal of BIM, nº 14/1 12-18 (disponible en www.iaeme.com/IJA.asp). buildingSMART Spanish Chapter
- Mokhtar-Noriega, F., Jernigan, F., Martínez-Matute, J.(2018), Las dimensiones humanas del BIM. EUBIM 2018: BIM International Conference / 7° Encuentro de Usuarios BIM Universidad Politécnica de Valencia.
- Nieto, E., Rico, F., Antón, D., Moyano, J.J. (2017), Metodología BIM en el grado de edificación: modelo de taller en la asignatura Expresión Gráfica de Tecnologías Universidad Politécnica de Madrid. Advances in Building Education / Innovación Educativa en Edificación. Sep-Dic 2017, Vol.1 N°3, 37-52 (disponible en <http://polired.upm.es/index.php/abe/article/view/3668/3746>)
- Olaz, J.A., Ortiz, P., Sánchez-Mora, M.I. (2011), Una aproximación conceptual al término competencia desde un análisis polisémico Congreso Internacional de Innovación Docente (disponible en <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2079/c13.pdf?sequence=1>) Universidad Politécnica de Cartagena. CMN 37/38.
- Parlamento Europeo (2014), 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, Directiva edn. Diario Oficial de la Unión Europea, 28 de marzo de 2014, L94/65 (disponible en www.boe.es/doue/2014/094/L00065-00242.pdf).
- Piedecausa-García, B., Pérez-Sánchez, V.R., Mora-García, R.T., Pérez, J.C. (2017), Empleo de metodologías BIM en asignaturas de construcción en el Grado de Arquitectura Técnica. EUBIM 2017: Congreso Internacional BIM / 6° Encuentro de Usuarios BIM.
- Piedecausa-García, B., Mateo, J.M., Pérez, J.C. (2015), Enseñanza de sistemas BIM en el ámbito universitario. EUBIM 2015: Congreso Internacional BIM / 4° Encuentro de Usuarios BIM (disponible en <http://hdl.handle.net/10045/51654>)
- Sebastian, R., van Berlo, L.(2010), Tool for benchmarking BIM performance of design, engineering and construction firms in the Netherlands. Architectural Engineering and Design Management, Volume 6, 2010, pages 254-263 (disponible en www.earthscan.co.uk/journals/aedm).
- Succar, B. (2010), The five components of BIM performance measurement CIB World Congress (disponible en www.academia.edu).



Valverde, D., Cañizares Montón, JM., Márquez, D., Pérez, P., Peso, R. (2016), Implementación BIM en la Escuela Politécnica de Cuenca. Experiencia piloto en Proyectos Técnicos 2015-2016. EUBIM 2016: Congreso Internacional BIM / 5º Encuentro de Usuarios BIM.

