

Implementação acadêmica do BIM: análise orientada para o desenvolvimento do BEP

Implementación académica del BIM: análisis orientado al desarrollo del BEP

Sessão Temática: O processo de projeto

ALVAREZ, Analia; Doctora Arquitecta; Instituto de Estudios em Arquitectura Ambiental – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño – Universidad Nacional de San Juan.

ana_alv023@hotmail.com

KURBAN, Alejandra; Doctora Arquitecta; Instituto de Estudios em Arquitectura Ambiental – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño – Universidad Nacional de San Juan.

akurban@unsj.edu.ar

Resumo

El Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativo que concentra toda la información de un proyecto en un único prototipo virtual susceptible de ser estudiado a lo largo de su ciclo de vida. Una de las principales dificultades para su implementación es la escasa formación de profesionales en sus usos y alcances. Bajo este enfoque, este artículo busca aportar a la integración académica de dicha metodología en carreras proyectuales. Para ello, se establecen lineamientos básicos orientados al desarrollo de una experiencia áulica piloto (EAP) que integre el uso de la metodología BIM con las particularidades de la oferta académica planteada en los talleres de arquitectura. Como resultado, se obtiene el BIM Execution Plan (BEP) para la primera implementación de la metodología BIM en el Taller Vertical de Arquitectura Ambiental (TVAA) de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ).

Palavras-chave: BIM, BEM, BEP.

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is a collaborative work methodology that concentrates all the information of a project in a single virtual prototype that can be studied throughout its life cycle. One of the main difficulties in its implementation is the scarce training of professionals in its uses and scope. Under this approach, this article seeks to contribute to the academic integration of said methodology in project careers. For this, basic guidelines are established aimed at developing a pilot classroom experience (EAP) that integrates the use of the BIM

methodology with the particularities of the academic offer proposed in the architecture workshops. As a result, the BIM Execution Plan (BEP) is obtained for the first implementation of the BIM methodology in the Taller Vertical de Arquitectura Ambiental (TVAA) of the Faculty of Architecture, Urbanism and Design (FAUD) of the National University of San Juan (UNSJ).

Keywords: BIM, BEM, BEP.

1. Introducción

El Building Information Modeling o Modelado de Información para la Construcción, BIM por sus siglas en inglés, es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar colaborativa e interdisciplinariamente una edificación o infraestructura, a lo largo de su ciclo de vida, en un espacio virtual (PlanBIM, 2019). Al respecto, González Pérez (2015) expone que el estándar BIM es un marco común que se debe realizar en la fase previa a iniciar el proyecto e influye en el correcto funcionamiento del trabajo colaborativo. En PlanBIM (2019), se indica que un estándar es un documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que se entrega para ayudar a obtener un grado óptimo de ordenamiento en un contexto dado.

Una de las principales dificultades detectadas en relación con la expansión BIM, es la falta de profesionales capacitados. Para contrarrestar esta problemática el rol de las universidades es fundamental (Orrego, 2017). En esta dirección, Piña Ramírez et al. (2017) propone revisar los planes de estudio para incorporar más competencias relativas a la metodología BIM. Para ello, define un organigrama que establece el rol de los agentes BIM en las distintas fases del proyecto y el grado de implicación y nivel de conocimientos requeridos, a los efectos de que los alumnos de Ingeniería de la Edificación conozcan de antemano las relaciones existentes entre dichos actores. Meana et al. (2017) analizan el uso de la metodología BIM en carreras de Ingeniería Industrial y concluyen que **es necesario adaptar el modelo formativo actual a las necesidades de los profesionales de modelos colaborativos**. Para ello, proponen establecer una comisión interuniversitaria que dirija y unifique los objetivos y competencias en relación con dicha metodología. Asimismo, Reyes et al. (2017) exponen que la tecnología BIM puede utilizarse en docencia universitaria con altas probabilidades de éxito. No obstante, los autores mencionados no mencionan el uso de documentos tales como el BIM Execution Plan (BEP). Por tanto, no hay estándares que orienten la forma en que dicha metodología debe ser implementada en el ámbito académico.

Con base en ello, **el presente artículo surge con el objetivo de proponer una mecánica de trabajo en tiempo real que aporte a la integración académica de la metodología BIM en carreras proyectuales**. Con ello, se pretende aportar positivamente al futuro desarrollo de un estándar BIM vinculado a la implementación académica de dicha metodología, que además de enriquecer el proceso de diseño permita integrar al plan de estudio competencias relativas a la misma.

2. Metodología

Este artículo pretende obtener directrices básicas para la elaboración, a futuro, de un Estándar orientado a la implementación de la metodología BIM en la enseñanza de la Arquitectura. Para ello, propone el desarrollo de un conjunto de documentos que permitan estructurar una práctica pedagógica con base en dicha metodología. En esta dirección, se toma como referencia la oferta académica del Taller Vertical de Arquitectura Ambiental (TVAA) de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ). En respuesta a ello, como particularidad, la mecánica de trabajo incluye el desarrollo de un Building Energy Model (BEM) dirigido al análisis del nivel de confort de la vivienda social.

Bajo este enfoque, la metodología propuesta se sustenta en **tres etapas sucesivas**. La primera de ellas corresponde a la selección del software que mejor se adapte a los objetivos de la investigación. Con ello, se pretende obtener pautas que orienten la mecánica de trabajo necesaria para pasar del modelo BIM al BEM así como también se definen generalidades relativas al Manual Básico de Entrega de Información (MEI). En la segunda etapa, se establece la importancia de las Solicitudes de Información BIM (SDI BIM). Esto permite desarrollar un workflow que expone los lineamientos generales de una práctica pedagógica orientada a la incorporación de variables de sustentabilidad en instancias iniciales del proceso de diseño. La tercera etapa compatibiliza la información obtenida en las etapas anteriores, en una matriz de roles y en el BEP para la implementación áulica de la metodología BIM. Adicionalmente, se sugiere una herramienta que favorezca la retroalimentación del proceso.

2.1 Selección del Software: del CAD al BIM y del BIM al BEM

El término Modelo de Energía de la Construcción o de la edificación, BEM por sus siglas en inglés, se refiere a una herramienta de simulación para el cálculo de la carga térmica y la utilización de energía en edificios residenciales y comerciales. Estos modelos se utilizan normalmente en el diseño de nuevos edificios y en la renovación de edificios existentes con el objetivo de predecir el uso de energía basada en la arquitectura y los sistemas de ventilación, calefacción y aire acondicionado.

Para realizar una evaluación correcta, el modelo de edificio (BIM) tiene que contener al menos las estructuras envolventes y la carpintería, así como todas las estructuras internas principales que representen un volumen de almacenamiento de calor significativo. Además, las zonas deben proponerse en todos los espacios acondicionados del edificio, dado que el análisis geométrico del modelo se basa en ellas. Cuanto más detallado sea el modelo, mayor será la precisión de los resultados del cálculo (Graphisoft, 2017).

Llave Zarzuela et al. (2019) menciona que las herramientas BIM más usadas por los profesionales de la construcción son REVIT y ArchiCAD. En relación con estas últimas, dichos autores exponen que la herramienta de evaluación energética integrada de Revit es insight 360, pero que este motor analítico no está suficientemente testado. Sin embargo, se puede

utilizar la herramienta Green Building Studio. El software de eficiencia energética de ArchiCAD es Ecodesigner, el cual es considerado uno de los más exactos, ya que presenta un rango de error menor al 5% en las evaluaciones de rendimiento energético.

En consideración de los objetivos de la investigación, se selecciona ArchiCAD, versión 21 (demo – motor de cálculo Ecodesigner) para la elaboración de los modelos energéticos cuyos resultados serán comparados con los obtenidos con EnergyPlus 8.4.0. Adicionalmente, se analizan los alcances de Revit versión 18 (demo – motor de cálculo Insight 360) en lo que respecta a las posibilidades de valoración energética de dicha herramienta.

2.2 Pautas para la Implementación

Blasco Gutiérrez et al. (2017) manifiestan que la metodología BIM constituye una evolución del trabajo colaborativo en todas las partes de un proyecto y por ende, la enseñanza universitaria se debe adaptar al actual perfil digital del alumno a partir de ayudar a los mismos a distinguir los diferentes roles de su profesión desde el inicio. En otras palabras, la educación BIM debe centrarse en mejorar el flujo de comunicación y la secuencia de trabajo (Latorre, et al., 2019). Para Granero & García Alvarado (2014), la enseñanza de la arquitectura contempla una dedicación fundamental a los talleres de diseño. Por tanto, la implementación BIM encuentra en dichos espacios curriculares las condiciones propicias para su desarrollo.

La Cámara Argentina de la Construcción (CAMARCO, 2020), menciona que la implementación BIM requiere planificar cómo se realizará la transición en la forma de trabajo, así como también elegir y desarrollar un proyecto piloto. Al respecto destaca que dicho proyecto, debe ser de pequeña escala, complejidad media y responder a una tipología constructiva que el equipo de trabajo domine.

Conforme a lo antedicho, la experiencia áulica de implementación BIM propuesta se realizó en el TVAA-FAUD-UNSJ. Dado que el análisis se orienta a la sustentabilidad edilicia, se consideró pertinente que los alumnos que integraran el equipo de trabajo del proyecto piloto tuvieran conocimientos previos en la temática. Por esta razón, la EAP se realizó con alumnos avanzados. Adicionalmente, se ejecutó una encuesta previa que permitió seleccionar el equipo de trabajo a partir de su nivel de conocimientos en relación con la metodología BIM y la sustentabilidad edilicia.

La actividad planteada para el desarrollo de la EAP se correspondió con el diseño a nivel de esquicio de una vivienda social de emergencia para un matrimonio joven. Dicha vivienda, surgía en el marco de la emergencia sanitaria por COVID-19 y presentaba una superficie cubierta máxima de 40 metros cuadrados, en un solo espacio, posible de ser tabicado para alojar un Dormitorio y un Baño. Además, debía contar con una Galería.

Las viviendas se ubicarían en terrenos seleccionados por los equipos de trabajo en consideración de las distintas etapas del ciclo de vida del edificio. Cada decisión de diseño debía ser justificada por los participantes del proyecto. La EAP se desarrolló en modalidad virtual a partir del uso de la plataforma BBB (Big Blue Button) de la Universidad Nacional de

San Juan. Para su realización, los alumnos se agruparon en equipos de trabajo de hasta 2 personas. Se estableció que el formato de presentación era una lámina de 50*70cm con toda la información gráfica y técnica que los alumnos consideraran pertinente para una correcta interpretación del diseño realizado y del nivel de confort térmico alcanzado en el prototipo.

Cabe destacar que la EAP, se estructuró conforme a 4 núcleos teórico-prácticos, cuyos contenidos se corresponden con:

- Núcleo Temático 1: Conceptos Básicos y su relación con el marco normativo argentino. Este núcleo aborda conceptos básicos relativos a la sustentabilidad en la edificación. Su objetivo es brindarle al alumno conocimientos generales que le permitan desarrollar la experiencia áulica propuesta. Entre los principales temas abordados se encuentran: introducción al uso de las Normas IRAM 11603, 11604 y 11605, cálculo de la Transmitancia Térmica, Análisis del Ciclo de Vida.
- Núcleo Temático 2: Introducción al uso de EnergyPlus. Con el desarrollo de este núcleo se pretende orientar al alumno en el uso de softwares específicos de simulación energética. Para ello, se abordan las distintas instancias que involucra la construcción del modelo. Aplicación a zona térmica estándar. Determinación de Perfiles de uso.
- Núcleo Temático 3: La Metodología BIM y sus herramientas. Este núcleo surge con el objetivo de introducir al alumno por un lado, en la metodología BIM y por otro, en el uso de herramientas BIM. En esta dirección, se proponen los siguientes contenidos: introducción a los documentos BIM, uso de herramientas BIM, aplicación a espacio de diseño estándar.
- Núcleo Temático 4: Desarrollo de Actividad Propuesta

2.3 Matriz de Roles y BEP

EL BEP es el documento en el que convergen las estrategias, procesos, recursos, técnicas, herramientas, sistemas, etc. que se deben aplicar para asegurar el cumplimiento de los requisitos BIM solicitados por el cliente en un proyecto determinado conforme a las fases del ciclo de vida vinculadas al mismo (ESBIM, 2018). De acuerdo con PlanBIM (2019), deben desarrollarse dos BEP, uno de Oferta (Licitación) y otro Definitivo (Proveedor Adjudicado). La diferencia entre ambos radica en el nivel de detalle de la información contenida en cada uno. El BEP de Oferta contiene: información básica del proyecto, objetivos y usos del BIM, infraestructura tecnológica y competencias del equipo, entregables generales y estrategia general de colaboración. Además de una mayor especificidad en dicha información, el BEP Definitivo incluye los estándares y convenciones a utilizar.

En relación con la determinación de los distintos agentes que integran una matriz de roles para la implementación académica del BIM, se destaca que los mismos deben compatibilizar los roles definidos por los estándares BIM con las funciones, características y capacidades de docentes y los alumnos. Asimismo, como resultado de sus características principales es

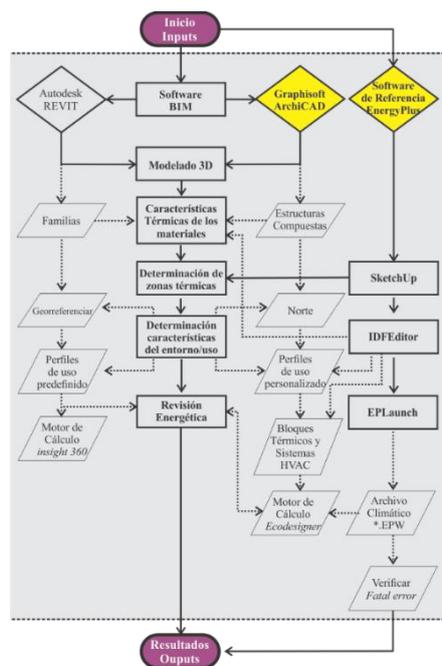
factible desarrollar un BEP de Oferta que permita estructurar la práctica pedagógica en tanto el BEP Definitivo surgirá en relación con la presentación final del proyecto pudiendo contener indicadores que faciliten la evaluación del mismo en función del porcentaje de cumplimiento de los objetivos propuestos.

3. Resultados

Los resultados alcanzados en la investigación se relacionan con los lineamientos básicos que permiten el paso del modelo BIM al BEM. La mecánica de trabajo necesaria se sintetiza en la Figura 1, de cuyo análisis se desprende que si bien EnergyPlus constituye un referente del análisis realizado, Revit y ArchiCAD tienen mayor facilidad de uso, lo cual potencia su aplicación para la valoración en etapas tempranas de diseño.

Por otro lado, de acuerdo con PlanBIM (2019), el Manual Básico de Entrega de Información (MEI) o Information Delivery Manual (IDM), constituye una guía para la realización de los modelos BIM. Es decir que, estructura la información a los fines de garantizar entregables BIM de calidad y asegurar la disponibilidad y posible reutilización de la información. En esta dirección, el desarrollo del MEI implica respetar un mismo lenguaje y estructura de la información de entrada a los efectos de que la información de salida pueda ser utilizada a futuro, como resultado del adecuado uso de las propiedades y conjunto de propiedades definidas en IFC.

Figura 1: Workflow mecánica de trabajo para la realización del BEM a partir de herramientas BIM y EnergyPlus



Fuente: Elaboración propia con base en las simulaciones realizadas en Revit, ArchiCAD y EnergyPlus

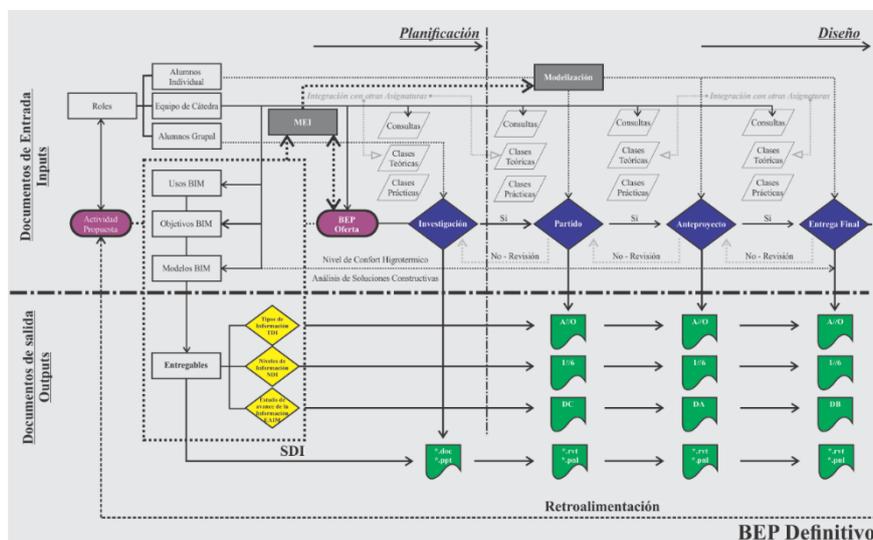
En relación con la segunda etapa se destaca que, de acuerdo con Mercader Moyano et al. (2019) la sustentabilidad ambiental, social y económica tiene a la etapa de diseño como núcleo. Por tanto, la EAP desarrollada en 2020 en el TVAA toma como punto de partida la fase de diseño de una vivienda de emergencia. El objetivo es el de proporcionar a los alumnos conocimientos que les permitan plantear un diseño sustentable a partir de verificar los resultados desde el comienzo del proceso de diseño.

Al respecto, se plantean los siguientes lineamientos generales: conformación de grupos de trabajo, realización del diseño sustentable de una vivienda de emergencia (experiencia simplificada de diseño) a partir del uso de un software BIM; brainstorming, comparación de la experiencia con la práctica tradicional de diseño, determinación de beneficios y dificultades en la implantación de la metodología BIM durante el proceso de diseño y elaboración de conclusiones grupales.

Bajo este enfoque, es pertinente mencionar que las Solicitudes de Información BIM (SDI BIM), conocidas en los estándares europeos como EIR (Employeer's Information Requirements), son documentos que incorporan: objetivos, usos, tipo y niveles de información (TDI y NDI), entregables, estrategias de colaboración (Entorno de Datos Compartidos - CDE), estado de avance de la información (EAIM) y organización de los modelos (PlanBIM, 2019). Por tanto, como instancia previa a la elaboración del BEP resulta conveniente su definición.

A partir de lo antedicho, se elabora la Figura 2 que sintetiza el flujo de trabajo propuesto para el desarrollo de la EAP. De su análisis se desprende que, el desarrollo de dicha experiencia requiere la determinación de los roles a cumplir por cada uno de los actores que intervienen en el proceso de diseño, así como también los documentos previos a la presentación del BEP de Oferta y posterior BEP Definitivo.

Figura 2: Workflow Experiencia áulica con base en la metodología BIM



Fuente: Elaboración Propia.

De la tercera etapa se obtiene la matriz de roles (Tabla N°1) y la diagramación de un BEP de Oferta (Figura 3). La estructura principal del BEP tentativo de Oferta propuesto fue elaborada con base en los BEP para el sector público de los estándares BIM desarrollados por SIBIM (2019) y PlanBIM (2019). Los ítems indicados en rojo se corresponden con los apartados que deben ser completados conforme las características de la práctica académica a desarrollar. Dado que es una tabla de doble entrada, las columnas correspondientes a “Variables” indican el grado de especificidad que debe alcanzar el modelo para cumplir con los objetivos propuestos. Para completar dichas variables se utiliza, según corresponda, la metodología del semáforo o bien se indica la característica deseada para el ítem con una cruz. De acuerdo con el estado del arte, en el caso del uso de la metodología con fines pedagógicos los indicadores utilizados se corresponden con el porcentaje de cumplimiento alcanzado. En respuesta a ello, el BEP incorpora una columna que permite al BIM-Manager/Jefe de Cátedra evaluar el nivel alcanzado por el alumno o equipo de trabajo en cada ítem considerado. Por tanto, el uso de este BEP además de contribuir a estructurar la práctica pedagógica y fomentar el trabajo colaborativo, facilita la evaluación, en tanto le otorga a la misma trazabilidad y transparencia.

Tabla 1: Matriz tentativa de roles para la implementación áulica de la metodología BIM.

Fases del Ciclo de Vida	Rol	Etapas del Proyecto					Función				
		Planificación	Desarrollo	Construcción	Operación	Dirigir	Revisar/ Evaluar	Modelar	Coordinar	Gestionar	
	BIM Manager	Jefe de Cátedra	●				●	●	●	●	
	BIM Coordinator	Equipo de Cátedra	●				●	●	●	●	
Diseño	BIM Modelator	Alumno		●	x	x			●	x	x
	BIM Operator		●	x	x			●	x	x	
	BIM Analyst		●	x	x			●	x	x	
	Content Manager		●	x	x			●	x	x	
	BIM Information Manager		●	x	x			●	x	x	
Construcción	Construction BIM Manager		x	x	x			x	x	x	
Explotación	Facility Manager		x	x	x			x	x	x	
Fin de Vida			x	x	x			x	x	x	

Referencias: ● Rol principal x Rol sujeto al objetivo del modelo

Fuente: Elaboración propia con base en Piña Ramírez (2017)

Figura 3: BEP Tentativo de Oferta

BEP Tentativo de Oferta		Variables													% de Cumplimiento				
Ítems	Característica																		
A. Información de Proyecto:	Llenar con la Propuesta Pedagógica	Nivel de competencia																	
B. Introducción	Listado de Alumnos/ Equipo de Trabajo - Declaración de sus competencias previas	Arquitectura	Recursos																
		Estructura	Capacidades																
		Instalaciones	Experiencia Previa																
		Otros:																	
C. Información del Modelado	Objetivo	Ej. Vivienda Social Bioclimática																	
	Usos BIM	Ej. Consumo Energético																	
	Desafíos del Modelado	LOD 100																	
	Oportunidades del mode	LOD 200																	
	Nivel de Desarrollo	LOD 300																	
	Estrategias de modelado	LOD 400																	
	Verificación del Modelado	LOD 500																	
D. Información de Referencia (INPUT)	Nombre del Archivo	Contenido principal	BIM	CAD	PDF	JPG	XLS	GIS	Otro	Planificación	Desarrollo	Construcción	Operación						
			x							x									
E. Roles y Funciones	Jefe de Cátedra												x	x					
	Equipo de Cátedra												x	x					
	Alumno (Individual)														x	x			
	Alumnos (Equipo)														x	x			
F. Cronograma	Ej. 10-06-2020	Ej. Diseño Urbano																	
G. Información a producir/ Entregables			BIM	CAD	PDF	JPG	XLS	GIS	Investigación	Esquicio	Idea Partido	Anteproyecto	Entrega Final	Otro	Dirigir	Revisar/ Evaluar	Modelar	Coordinar	Gestionar
H. Sistema coordinado para la Recopilación/ Gestión e Intercambio de Datos (CDE: Entorno de Datos Compartidos)			x																
I. Conclusiones																			

Fuente: Elaboración propia con base en PlanBIM (2019) y SIBIM (2019).

En función de recomendaciones de la CAMARCO, se realiza la retroalimentación del proceso a partir de la ejecución de una matriz Plus/Delta en la que se definen las experiencias positivas y las mejorables (Tabla N° 2). De ella, se obtienen las bases para estandarizar las prácticas positivas, redefinir aquellas a mejorar y detectar desvíos o formas ineficientes de trabajo a tiempo, lo cual se traduce en la mejora continua del equipo de trabajo (CAMARCO, 2020).

Tabla 2: Matriz Plus/Delta.

PLUS [+] Experiencias Positivas a mantener	DELTA [Δ] Aspectos a mejorar
Modalidad Virtual	Duración de las clases (menor carga horaria por clase y más cantidad)
Grabación de las Clases	Planificación de las clases y los contenidos (orientados mayoritariamente a la metodología y herramientas BIM)
Contenidos actualizados	Disminuir la cantidad de contenidos por clase
Aprendizaje relativo a uso de herramientas BIM	Tiempo para la aplicación de los contenidos en las entregas
Clases de consulta	Interoperabilidad
Desarrollo de modelos BEM	Diversificación de la oferta de diseño
	Análisis Comparativos
	Distanciar las entregas de la EAP de las de otras materias

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

Los resultados alcanzados durante la investigación, permiten inferir que la definición de un protocolo de implementación de la metodología BIM en talleres de arquitectura debe surgir en consideración de los siguientes lineamientos:

En relación con la implementación pedagógica:

1. Análisis del Capital Humano. Dentro del concepto de participación de las partes involucradas inicialmente debieran evaluarse las características del capital humano al que va dirigida la experiencia de implementación BIM. En este sentido definir y redefinir un perfil de usuario (alumno) permite establecer lineamientos que estructuren pedagógicamente la propuesta, a partir de lo cual pueda enriquecerse la misma como resultado de una construcción colectiva orientada a la mejora continua. En esta dirección, se sugiere realizar una encuesta previa que permita establecer entre otros: horarios de clases, duración de las clases, contenidos, intereses, estrategias pedagógicas a implementar, recursos disponibles.
2. Diagramación del curso: en relación con este apartado resulta de interés que los alumnos manifestaron que consideraban preferible incrementar el número de clases, pero con una menor carga horaria dado que si la clase excede de 3hs sin cortes les costaba seguir concentrados en la misma.
3. Estrategias pedagógicas, si la implementación se desarrolla en modalidad virtual y como complemento de las clases del taller de arquitectura, dichas estrategias deben estar orientadas a mantener la motivación del alumno como resultado de la dinamización de la clase. Asimismo, las clases deberían ser grabadas para que los alumnos puedan consultarlas posteriormente a su dictado, a partir de considerar que las mismas constituyen material bibliográfico.

4. La planificación de los contenidos debe incluir la posibilidad de realizar análisis comparativos de resultados. Asimismo, la teoría debería ser consecuencia de la práctica y no al revés, dado que los alumnos participantes de la EAP manifiestan que el desarrollo práctico de la clase fue lo que más captó su atención.

En relación con la implementación BIM:

1. Definir las características del proyecto piloto. Esto significa establecer el objetivo de la propuesta, el uso del modelo, y los roles, lo cual implica definir la complejidad del trabajo a abordar en función del nivel académico en que se encuentra el alumno. En este sentido, por ejemplo, si la implementación es por niveles, no debiera solicitarse el mismo nivel de detalle/desarrollo de la información (NDI) a un alumno de los primeros años que a un alumno avanzado. De igual modo, en la medida que aumenta la complejidad del proyecto piloto debieran incorporarse conocimientos transversales al taller que involucren la participación de otras cátedras (instalaciones, urbanismo, etc.) a los fines de enriquecer el proceso de enseñanza aprendizaje y diversificar los casos de estudio.
2. La transición entre el CAD y el BIM en alumnos avanzados debe plantearse de forma paulatina. A partir de incorporar actividades que inicialmente admitan el uso del CAD. Adicionalmente, a los fines de familiarizar al alumno con el uso de BIM podría proponerse una tarea que incluya primeramente trabajo 2D.
3. El BEP además de ser un elemento de gran importancia dentro de la Metodología BIM, su uso con fines pedagógicos facilita la autoevaluación. Además, constituye un instrumento que le aporta trazabilidad y transparencia a la evaluación. De igual modo, el BEP de oferta podría diagramarse colaborativamente entre docentes y alumnos con el objetivo de que estos últimos sean conscientes y responsables de su propio aprendizaje.
4. La implementación requiere por parte de la Cátedra el desarrollo de worksheets que estructuren el proyecto piloto, así como también la determinación del rol de cada miembro del equipo docente.
5. Se deben definir de forma clara los entregables y sus formatos, la codificación de las entidades y archivos. Asimismo, a los efectos de la evaluación se deben determinar los elementos correspondientes al apartado Información del Modelado del BEP de oferta.
6. En cuanto a la enseñanza de la herramienta, se sugiere intercalar la teoría con la práctica realizando esquicios o trabajos prácticos breves al finalizar cada clase referidos a los contenidos abordados en la misma.
7. La implementación BIM debiera ser una actividad anual, donde en el primer semestre de cursado se enseñara la metodología y herramientas y durante el segundo semestre

se brindara apoyatura al desarrollo con BIM de los proyectos correspondientes a la oferta académica del taller.

Se destaca que, la experiencia áulica propuesta se corresponde con una de las primeras implementaciones de la metodología BIM en la FAUD-UNSJ. Por tanto, el BEP presentado en esta investigación contribuye al desarrollo de estándares específicos que direccionen la forma de implementación de la metodología BIM en ámbitos académicos, que garanticen que el alumno, independientemente del equipo docente y el software BIM, posea competencias que aumenten la productividad y sustentabilidad de la industria de la construcción. Al respecto, se destaca que la implementación áulica de la metodología BIM, como parte activa del proceso de diseño requiere además de los documentos desarrollados en este informe, abordar análisis que incluyan la determinación y caracterización del capital humano con que se cuenta así como también la definición de los indicadores de evaluación posibles conforme los intereses y objetivos de cada cátedra de diseño, el estudio de normativo (ISO 19650) o bien el desarrollo de documentos tales como: AIR (Asset information requirements), CDE (Common data environment), OIR (Organisational information requirements), PIR (Project information requirements), entre otros. Asimismo, posteriormente, se debe profundizar en el desarrollo de MEI, SDI y BEP guías acordes al nivel académico del alumno y que integren en su estructura el intercambio de información con otras asignaturas y laboratorios. En relación con lo último, resulta de interés profundizar en la interoperabilidad entre BIM y GIS a los efectos de desarrollar un Modelo de Información de la Ciudad (CIM) que contribuya a la toma de decisiones relativas al entorno urbano. Con ello, la práctica pedagógica se enriquecería como resultado de abordar conceptos de asignatura tales como Urbanismo o Instalaciones.

Entre las principales limitaciones, puede mencionarse el Capital Humano con el que se cuenta. Al respecto, la determinación del nivel de conocimientos previos que poseen los alumnos es fundamental para direccionar los objetivos del proyecto piloto y los indicadores ambientales y de cumplimiento a evaluar. Por tanto, previo a la realización de la experiencia áulica debe realizarse una encuesta para determinar dicho nivel.

Referências:

BLASCO GUTIÉRREZ, A.; PARANT, A.; OLIVIER, A.; GONZÁLEZ REDONDO, M. & GARCÍA, A. Implementación TIC en la docencia universitaria: estudio de los esfuerzos en vigas. **Advances in Building Education / Innovación Educativa en Edificación**. Vol. 1. N° 1 - pp. 37/46. ISSN: 2530-7940. 2017.

BLAT TATAY, D. Nuevas metodologías y tecnologías en el proceso constructivo y mantenimiento de infraestructuras y edificios singulares. 2016. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/14566>.

Cámara Argentina de la Construcción CAMARCO. Primeros Pasos en BIM. 2020. Disponible en: <http://www.camarco.org.ar/escuela-de-gestion/primeros-pasos-en-bim>

ESBIM. Guía Transversal. Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM. 2018. Ministerio de Fomento. Gobierno de España. Disponible en: <https://www.esbim.es/wp-content/uploads/2018/10/GUIA-ELABORACION-PLAN-DE-EJECUCION-BIM.pdf>

GONZÁLEZ PÉREZ, C. Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en gestión de proyectos. 2015. **Proyecto Final de Máster en Edificación, Especialidad de Gestión. Universidad Politécnica de Valencia.** Escuela Técnica Superior Ingeniería de Edificación. España.

GRANERO, A. & GARCÍA ALVARADO, R. Aprendizaje temprano de arquitectura sustentable mediante vistas interiores graduadas. **Revista Hábitat Sustentable** Vol. 4, N°. 1, 14-24 ISSN: 0719 – 0700. 2014.

GRAPHISOFT. Manual de Ayuda ArchiCAD 21 – Archivos de Programa. 2017. Disponible en: www.ghaphisoft.com.

LATORRE URIZ, A.; SANZ, C.; SÁNCHEZ, B. Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. **Informes de la Construcción**, 71(556): e313. <https://doi.org/10.3989/ic.67222>. 2019.

LLAVE ZARZUELA, E., ARCO DÍAZ, J. e HIDALGO GARCÍA, D. Estudio comparativo-tecnologías BIM en Edificación: Arquitectura Sostenible Comparative study-BIM technologies in Building: Sustainable Architecture. **Anales de Edificación**. Vol. 5, N°3, 8-14. ISSN: 2444-1309. Doi: 10.20868/ade.2019.4362. 2019.

MEANA, V., BELLO, A. y GARCÍA, R. Análisis de la implantación de la metodología BIM en los grados de ingeniería industrial en España bajo la perspectiva de las competencias. **Revista Ingeniería de Construcción RIC**. Vol 34 N°2 <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v34n2/0718-5073-ric-34-02-169.pdf> . 2019.

MERCADER MOYANO, M., CAMPOREALE, P. y CÓZAR-CÓZAR, E. Evaluación de impacto ambiental mediante la introducción de indicadores a un modelo BIM de vivienda social. **Revista Hábitat Sustentable**, 9(2), 78 -93. <https://doi.org/10.22320/07190700.2019.09.02.07>. 2019.

ORREGO, S. Encuesta Nacional BIM 2016: adopción de Building Information Modeling en Argentina. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: FODECO - ISBN 978-987-4401-03-8. 2017.

PIÑA RAMÍREZ, C.; VARELA LUJAN, S.; AGUILERA BENITO, P. & VIDALES BARRIGUETE, A. Aprendizaje de los roles de los agentes BIM en la organización de proyectos. **Advances in Building Education / Innovación Educativa en Edificación**. Vol. 1. N° 1 - pp. 47/55. ISSN: 2530-7940. 2017.

PLANBIM. ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores. Comité de Transformación Digital CORFO. 2019. Disponible en: <https://planbim.cl/estandar-bim-para-proyectos-publicos-intercambio-de-informacion-en-solicitante-y-proveedores-sebastian-manriquez/>.

REYES, A.; PRIETO, P.; CORTÉS, J. & CANDELARIO, A. Aplicación de la tecnología BIM en la asignatura de proyecto del Grado de Ingeniería Industrial en la UNEX. **Advances in Building Education / Innovación Educativa en Edificación**. Vol. 1. Nº 1 - pp. 68/77. ISSN: 2530-7940. 2017.

SALINAS, J. y PRADO, G. Building information modeling (BIM) to manage desing and construction phases of Peruvian public projects. **Building & Management**, vol. 3(2), pp. 48-59. <http://dx.doi.org/10.20868/bma.2019.2.3923>. 2019.

SIBIM. BEP BIM Execution Plan. Plan de Ejecución BIM. Versión 01. 2019 Sistema de Implementación BIM. Ministerio del Interior Obras Públicas y Vivienda. Disponible en: <https://ppo.mininterior.gob.ar/SIBIM/Library/Index>