



Universidad Nacional Autónoma
de México
Facultad de Arquitectura

"CONSTRUCCIÓN DE METODOLOGÍAS BIM
(Building Information Modeling) Y LOS
GESTORES DE LA INFORMACIÓN
ARQUITECTÓNICA"

Tesis que para obtener el título de Arquitecta
presenta:

Claudia Angelica Orihuela Martinez

Dr. Jorge Fernando Cervantes Borja
Ma. en Arq. Luis Fernando Guillen Oliveros
Arq. Fernando Rivas Ladrón de Guevara

Ciudad Universitaria,
México, CDMX, Mayo 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**“CONSTRUCCIÓN DE METODOLOGÍAS BIM
(Building Information Modeling) Y LOS
GESTORES DE LA INFORMACIÓN
ARQUITECTÓNICA”**

Claudia Angelica Orihuela Martínez

AGRADECIMIENTOS

MAMÁ y PAPÁ:

Ahora sé
Que un regaño era siempre
un gesto de amor, una lección.
Se que el limite nunca fue algo material,
no había limite, el único limite
era el de la imaginación.

Ahora sé que
todos los momentos
por adversos que sean
no son tan duros cuando se atraviesan
acompañados de amor.

Hoy es un buen momento para decir
que todos nuestros esfuerzos,
valieron la pena.

El título de la vida
es mirarlos a los ojos llena de humildad
¡Y decirles gracias!
Por darme los mejores regalos
que yo pudiera recibir:
amor y educación

Cuando se trata de agradecer, unas cuantas líneas no son suficientes para describir los maravillosos sentimientos que siento por todas las personas que han pasado por mi vida dejando su huella. Gracias por creer en mí, porque con cada palabra de motivación construyeron mis ánimos de superación.

Quiero extender mis agradecimientos profesionales y humanos:

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Arquitectura por ser mi casa de estudio y ser el lugar de mi crecimiento profesional.

Al equipo del laboratorio SIMMUV y en especial al Dr. Jorge Cervantes que es la persona que profesionalmente me guía y motiva, fortaleciendo en mí la seguridad para ir más allá de la línea del horizonte, siempre ofreciéndome su apoyo y tiempo por más de 3, bajo la convicción de que podemos mejorar las condiciones actuales de habitabilidad mediante la investigación especializada.

Al Maestro en Arq. Fernando Guillen, que con su calidad humana reforzó mi ilusión de saber que puedo influir en el ámbito académico y profesional de la arquitectura en México; para mejorar la industria nacional y así ser competentes a nivel internacional.

Al Arquitecto Fernando Rivas quien me apoyó y asesoró.

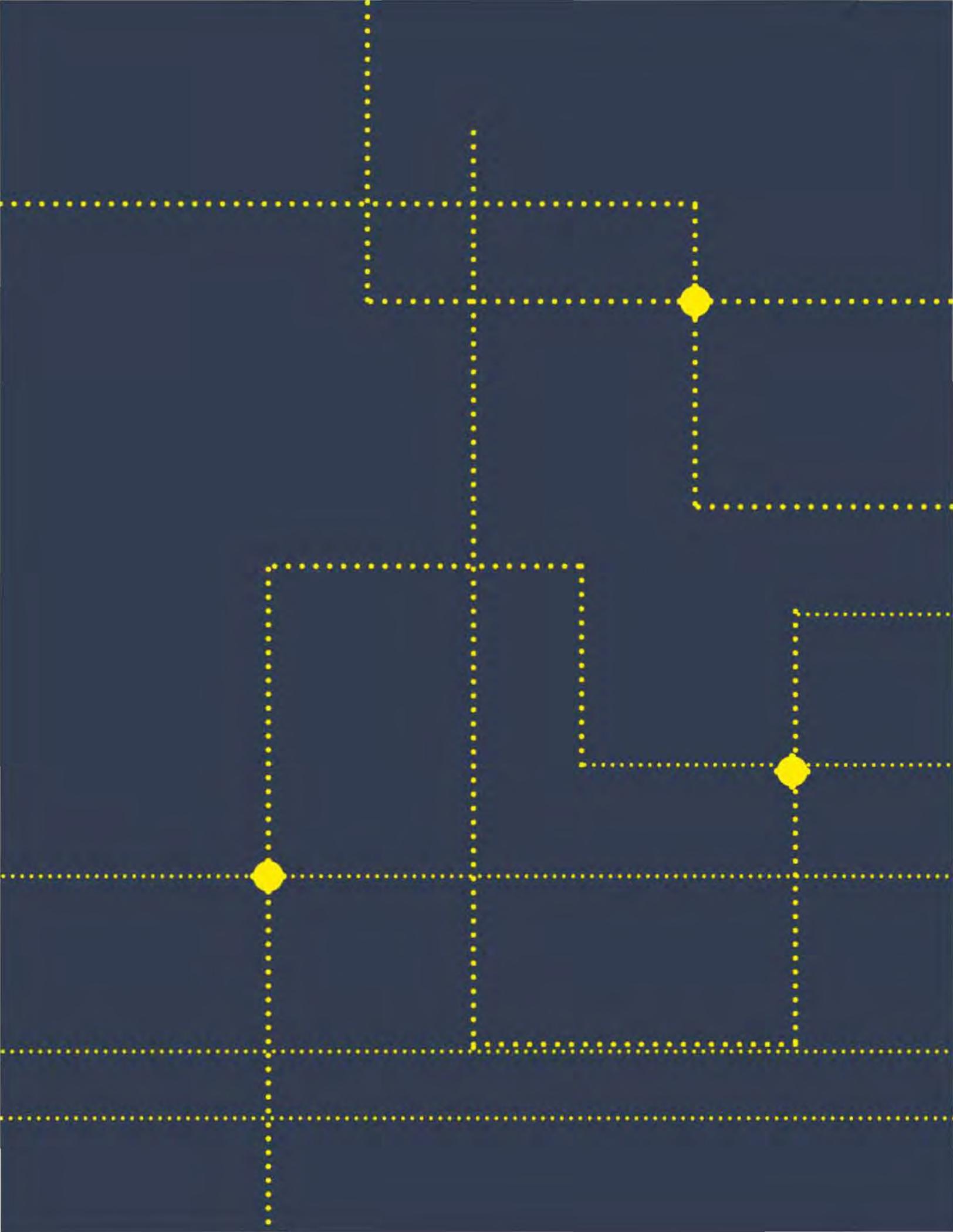
A la Universidad Politécnica de Cataluña y a la Escuela Superior de Edificación de Barcelona, por abrirme sus puertas y regalarme una de las experiencias más bonitas; llenas de aprendizajes en el ámbito profesional y personal. Creyendo en mí y motivándome a la realización de la presente tesis.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, PAPIIT por otorgarme beca de investigación.

A mis hermanos Edith, Enrique, Ana y David, por compartir toda la vida junto a mí, por influir y ampliar mis expectativas personales, ser mis ejemplos de vida con cada lucha ganada y no ganada, por el apoyo y el amor incondicional.

A mis tías Ofe y Duli por acompañarme en cada etapa de mi vida ofreciéndome mucho apoyo y amor.

A mis amigos por regalarme tantos momentos inolvidables, porque más allá de una amistad son parte de mi familia.



ÍNDICE

8 INTRODUCCIÓN

12 CAPÍTULO 1. Problemática

13 ¿Qué es la metodología BIM para la arquitectura?

22 Contexto histórico de los procesos de producción arquitectónica

26 El BIM en su dimensión tecnológica y metodológica

44 Problemas de implementación

48 CAPÍTULO 2. Análisis / Diagnóstico

49 Enfoque académico y áreas de aplicación BIM en el plan de estudios

52 Enfoque del BIM en el ámbito profesional

56 CAPÍTULO 3. Aplicación / Diagnóstico

57 Evaluación del plan de estudios de la Facultad de Arquitectura

62 CAPÍTULO 4. Propuesta

64 Perfil de un alumno entrenado en la metodología BIM

64 Líneas y estrategias de acción para la implementación BIM

67 Propuesta: Materia Optativa Introdutoria al BIM

70 CONCLUSIONES

72 GLOSARIO DE TÉRMINOS

74 FUENTES DE CONSULTA

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto busca evidenciar y valorar la importancia de la metodología **BIM (Building Information Modeling)** como un instrumento de gran eficiencia y eficacia para el desarrollo de proyectos arquitectónicos que permiten contemplar todo su ciclo de vida desde la planeación, el proyecto, la gestión y ejecución, el mantenimiento-operación y finalmente la demolición. El BIM es una metodología de trabajo que desarrollada desde la última década del siglo pasado, ha alcanzado hoy la madurez suficiente para el apoyo eficiente y eficaz que demandan los campos profesionales del diseño, la construcción y el mantenimiento de la obra arquitectónica y urbana en todo el mundo.

Esta situación trae **una nueva y amplia perspectiva profesional** para los nuevos arquitectos que entrenados en esta metodología encontrarán **nuevas y mejores oportunidades** para integrarse al campo profesional globalizado del mundo moderno.

Ante la demanda actual sobre el perfil laboral de recursos humanos preparados con tecnologías BIM en los sectores AEC/O (Architecture, Engineering and Construction/Operations)¹; se ha prestado poco interés por parte de las universidades en el impulso de estos conocimientos. Dejando de lado las líneas tecnológicas de las Tecnologías de la Información (TIC) y otras emergentes que se vislumbran en el futuro cercano en los mercados internacionales de trabajo. Es evidente la existente carga de inercias culturales, generacionales y de intereses profesionales que han impedido aprovechar el bono generacional de los *Millennial* y *Z* que deberían ser ya beneficiarias de poder de la tecnología y no sus competidores.

¹ Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies Jason Underwood (University of Salford, UK) and Umit Isikdag (Beykent University, Turkey) Release Date: December, 2009.

La poca inclusión de la metodología BIM en los programas académicos universitarios en el mundo, es comprobable. Las universidades están dejando huecos sustanciales en la preparación de los estudiantes de licenciatura. Es un tema que se aprende con formalidad después, en programas de posgrado en todo el mundo.

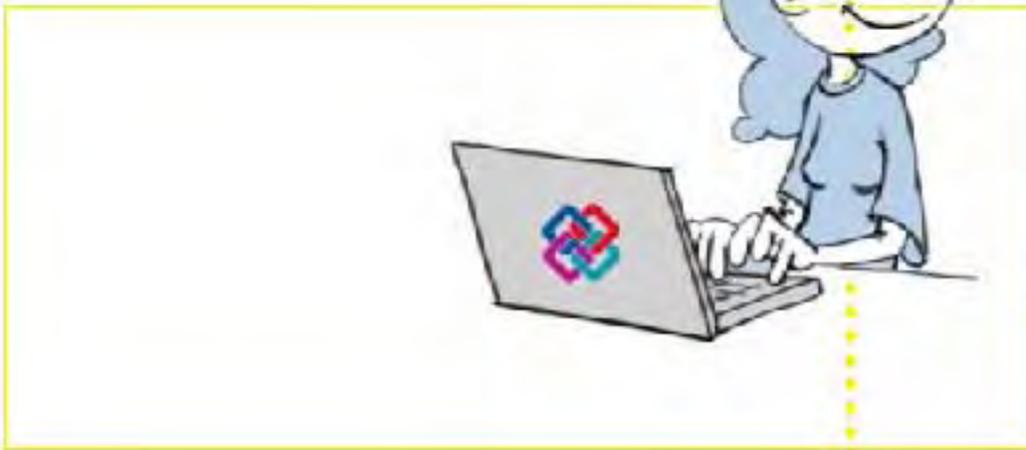
En el caso de la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, los programas de posgrado no buscan solventar esta deficiencia. La situación en España es más o menos similar, aunque actualmente algunas universidades ya están buscando integrar el tema dentro de los programas universitarios de forma emergente a través de los talleres de tecnología. Otras escuelas ofrecen la aprehensión de la metodología en escuelas de formación técnica y privada. En 2016, por ejemplo, se abrió la Carrera Profesional de Arquitectura BIM e Infografía Hiperrealista Oficial de Autodesk TAI. En la escuela profesional de nuevas tecnologías de Madrid.

Es cierto que en la actualidad el tema del BIM se centra más en las estrategias de implementación en el mercado laboral; dejando de lado la iniciativa de llevarla a los programas académicos. De ahí que es crucial empezar a trabajar en este problema para que el BIM llegue también al campo académico, justificando líneas de acción e implementación BIM, para que las generaciones venideras de universitarios sean rápidamente beneficiarias.

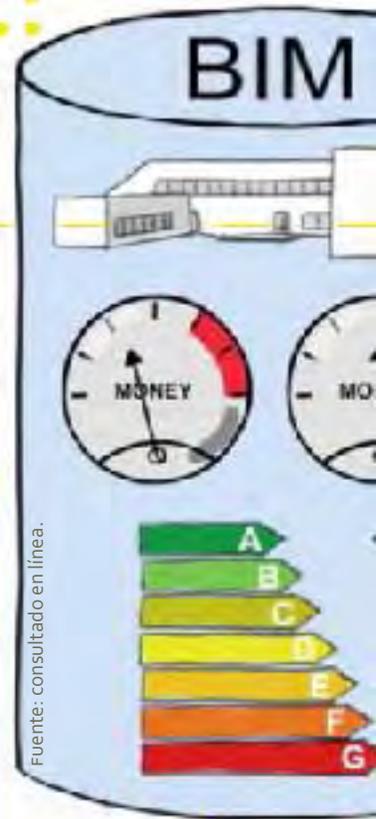
La iniciativa de estudiar este tema, surgió durante una estancia programada de la autora de esta tesis, en la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña. En consecuencia, para desarrollar este proyecto de investigación se pretende lograr la colaboración del laboratorio SIM-MUV (Sistemas de Información en Monitoreo y Modelación Urbana y de Vivienda) con las instituciones españolas aludidas.

Sistemas complejos

Eficiencia



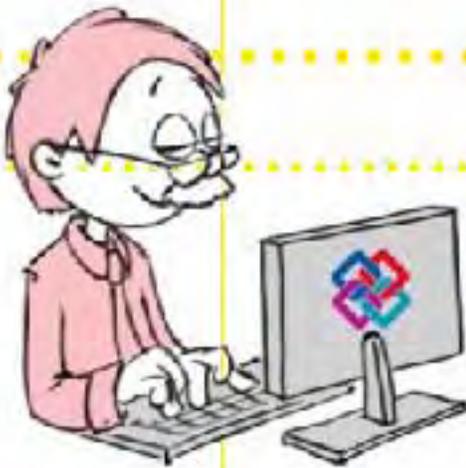
Colaboración



Ciclo de vida de

PALABRAS CLAVE

Eficacia



Estandarización

Optimización

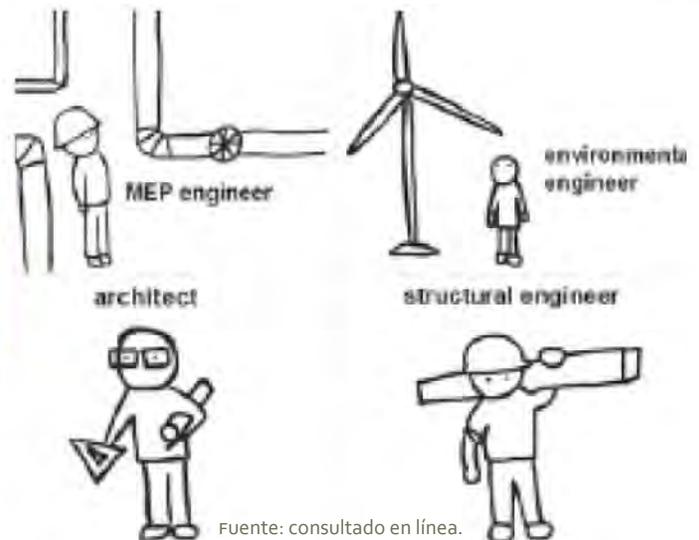
las construcciones

CAPÍTULO 1

Problemática

¿Qué es el BIM para la arquitectura?

BIM más que una particular aplicación de software , es un cambio de mentalidad



El BIM (Building Information Modeling) es una metodología que sirve para el desarrollo de proyectos arquitectónicos. Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con el objetivo fundamental de reducir los costos del proyecto en materialización y operación, así como los gastos energéticos.

El BIM es un instrumento de trabajo desarrollado en la última década del siglo pasado. Puesto que es un tema actual, se dice mucho, pero se entiende poco. Lo anterior nos lleva a la existencia de una problemática al momento de comprender la metodología BIM, principalmente porque hay gran confusión en niveles diferentes.

Dentro de las principales confusiones está la manera poco clara de delimitar los campos del conocimiento que puede abarcar todo el concepto BIM. Y el alcance de dicho concepto; es decir, ¿qué se puede hacer? o ¿qué no se puede hacer?, ¿cuándo hablamos de metodología BIM? o ¿cuándo hablamos de software BIM?

Se requiere prestar atención en los marcos conceptuales, así como entender los problemas del método tradicional, y principalmente comprender por qué se ha vuelto necesario y obligatorio implementar esta nueva metodología de procesos dentro del ciclo de vida de las construcciones, y a su vez comparar los métodos entendiendo los beneficios.

Cabe destacar que la metodología BIM ha cambiado considerablemente paradigmas¹ en la concepción de proyecto en los sectores de la construcción AEC/O (Architecture Engineering and Construction / Operations) ya que ese proyecto antes fragmentado y abstracto pasa a ser considerado como un ente —un todo— que puede ser analizado por medio de sus estados y funcionamiento simulando la realidad.

¹ Thomas Kuhn definió los paradigmas como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica. En cada momento, la investigación científica se desarrolla en torno a paradigmas aceptados que logran la aceptación de una comunidad científica, la cual lo legitima porque da respuesta a problemas que otros paradigmas vigentes hasta ese momento no lo hacían.



Figura 1. Dibujo vectorial Autocad.

Actualmente el proceso en el que se desarrolla- materializa el proyecto arquitectónico de manera tradicional ha quedado obsoleto; debido a la deficiencias en la industria de la construcción.

La incompatibilidad entre sistemas generalmente impide que los miembros del equipo (partners) de proyecto puedan intercambiar la información de manera precisa y rápida; este hecho es la causa de numerosos problemas en el proyecto, por ejemplo: el aumento de los costes y plazos” (Spanish journal BIM, Pag 5, 2016).

Los modelos del edificio BIM se utilizan a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio, empezando por el diseño inicial, continuando durante la construcción e incluso más allá, hasta el uso del edificio y la gestión de equipamiento (FM Facilities Management) una vez que el proyecto de construcción ha finalizado. La propiedad y el modelado de la construcción apuntan a soportar un ciclo completo del diseño y la construcción de alta calidad, eficiente, seguro y conforme con un desarrollo sostenible (Figura 1).

Los modelos del edificio con Información BIM permiten, por ejemplo:

- Dar soporte a las decisiones de inversión, comprando la funcionalidad, el alcance y los costes de las soluciones.
- El análisis comparativo de requisitos energéticos y medioambientales, para elegir soluciones de diseño y objetivos para el seguimiento posterior de la explotación del edificio y sus servicios.
- Visualización del diseño y estudios de viabilidad de la construcción.
- Mejora del aseguramiento de la calidad y del intercambio de datos para hacer el proceso de diseño más efectivo y eficiente.
- Uso de los datos del Proyecto del edificio durante las operaciones de construcción y explotación y mantenimiento.
- Incrementar y asegurar la calidad del proceso de construcción y el producto final.
- Hacer más eficaces los procesos durante la fase de construcción.
- Permitir la gestión y la transferencia de datos del Proyecto durante la operación.

Uno de los objetivos finales del BIM es evitar pérdida de valor de la información a lo largo de vida del proyecto, lo que comúnmente pasa con el método tradicional y que obliga a un mayor esfuerzo de producción de información en las distintas fases del proyecto. En otras palabras, cuando el proyecto es desarrollado de la fase del diseño a la construcción, la información generada difícilmente es útil para las siguientes fases de operación, mantenimiento o rehabilitación de un edificio. Dicha pérdida de información genera costos adicionales.

En la figura 2 se muestra la proyección de los costos de los cambios. También se ilustra la capacidad de influir en los cambios a través del tiempo; en las diferentes fases de diseño, construcción y operaciones que se encuentran durante la parte más importante de la documentación dentro del modelo tradicional. Además al trabajar con la metodología BIM aumenta la capacidad de influir en los costos y en los cambios de todo el ciclo de vida de las construcciones. Pudiendo trabajar con el modelo durante la etapa de diseño esquemático y desarrollo del mismo.

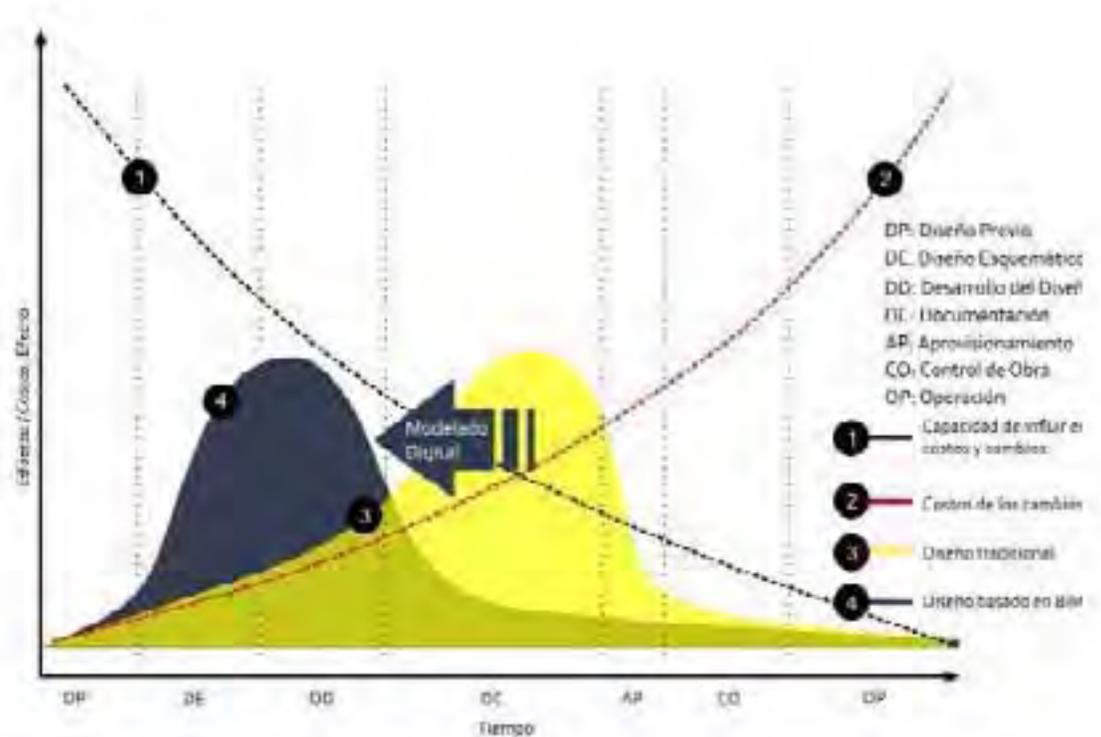


Figura 3. Curva de esfuerzo del proceso constructivo. (Guía de usuarios BIM, BIM para mantenimiento y operaciones, pág.5, octubre 2014.)



Figura 2. Ciclo de vida de un edificio, con enfoque de la metodología BIM. (Fuente CYPECAD)

Beneficios en el diseño BIM vs el diseño tradicional

Existe una diferencia notable con respecto a los beneficios del BIM y el diseño tradicional. Por ejemplo, la diferencia en cuanto al tiempo que se invierte en la realización de un proyecto, que va de la planeación del proyecto a la cuantificación de los materiales. En comparación con el diseño tradicional, existe un reajuste en la programación y duración de actividades, que generan un nuevo enfoque del diseño mucho más óptimo, sustentable, eficaz y eficiente.

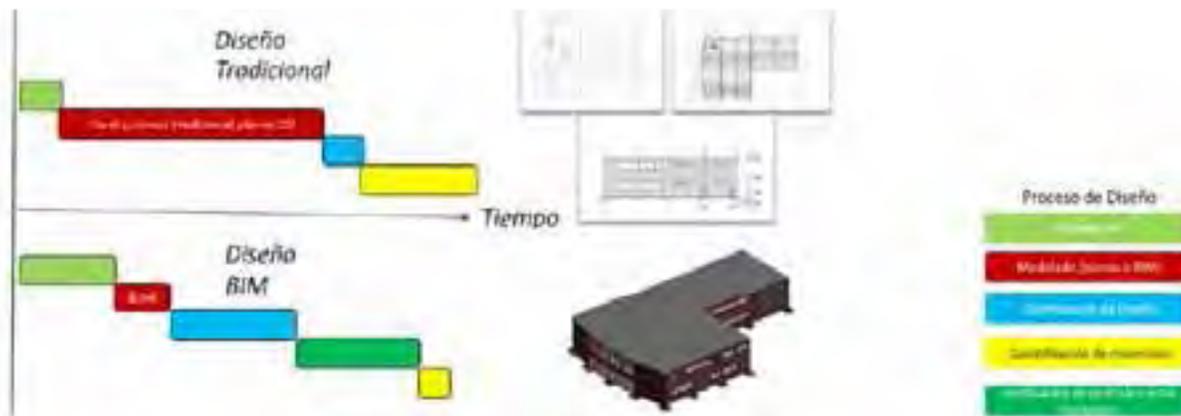


Figura 4. BIM en el Diseño (DARCO)

Generalmente el diseño tradicional es la actividad en donde se consume el mayor tiempo en la generación de planos 2D (barra roja), posteriormente cuando se llega a las actividades del detallado, la documentación, cuantificación y ejecución del proyecto; se invierte dema-

siado tiempo y dinero. Porque la información basada en modelos 2D no es lo suficientemente flexible e inteligente para el análisis. Este “malgaste” de tiempo genera que muchos de los problemas (traslape de ingenierías y disciplinas) se resuelvan en obra elevando los costos y el tiempo de ejecución.

De ahí que una de las aportaciones grandes del BIM en el retorno de inversión durante este proceso de diseño, se logra dedicar más tiempo al análisis de modelos, corrigiendo los errores mencionados anteriormente. A partir de la optimización del diseño se logra hacer la verificación de conflictos entre disciplinas (barra verde oscuro). Entre otras cosas, en este nuevo modelo basado en la integración e interoperabilidad, muchos procesos como la cuantificación de materiales se obtiene de manera automática por ello en la barra amarilla se reduce considerablemente.



Figura 5. Beneficios del BIM-Largo Plazo. (Fuente McGraw-Hill Construction)



Figura 6. Beneficios del BIM Corto Plazo Fuente: McGraw-Hill Construction

La industria de la construcción —inmersa en ella la arquitectura— ha estado en constante transformación, apoyándose e imitando procesos de producción eficaces y eficientes. Hasta hace mucho no lo habían conseguido pues si no era por problemas de software, de capacidad de procesamiento de información, de intercomunicación global, de normativas y estándares, de iniciativas empresariales y sobretodo de participación gubernamental; no se pudo desarrollar. De manera que hubo muchos intentos de metodologías para la gestión de grandes proyectos, donde se buscaba unificar e interrelacionar sus diferentes procesos antes del mismo BIM.

Pero las condiciones de hoy en día en la que las TIC están rebasando muchas fronteras, los gobiernos e instituciones internacionales 1er mundistas han entrado en escena para regular los mercados, pues el no hacerlo, está dejando a la especulación y mal uso de los mismos, así como dejar sin elementos a su mercado en su desarrollo interno y externo de cada país.

En el caso de la estrategia de implementación BIM del gobierno de Reino Unido, esta se diseñó para atender los problemas a los que se había enfrentado el sector de la construcción hasta no hace muchos años.

Contexto gubernamental, empresas e instituciones



Figura 7. Porcentaje de consultas relacionada con el BIM, para el 2014 incrementaron exponencialmente. Fuente: McGraw-Hill Construction 2012

La sociedad en red³ y el uso de las TIC ha creado nuevas relaciones horizontales, democráticas y colaborativas entre los diferentes actores de la sociedad (individuos, empresas, gobierno y organizaciones). Estas relaciones impulsan el aprendizaje, la innovación y el esparcimiento acelerado del conocimiento. Ante un fenómeno de esta naturaleza los gobiernos nacionales impulsan y fomentan la sociedad del conocimiento mediante estrategias y políticas específicas.⁴ Bajo este contexto las barreras de entrada para la inserción de la metodología BIM, en diferentes partes del mundo, se están haciendo cada vez más flexibles gracias a la popularización. Las campañas de comercialización y recientemente la acción que han hecho los gobiernos esencialmente en los países de oriente han logrado establecer esta metodología de manera obligatoria.

A continuación se en listan algunos casos:

- En enero del 2014 el Parlamento Europeo aprobó una ley para promover la adopción de BIM en los 28 estados miembros.
- El caso más conocido de implementación, a nivel global, es el de Reino Unido. En este país se emitió un mandato sobre la adopción del BIM como parte de la estrategia de construcción gubernamental del 2011. Teniendo como propósito garantizar los beneficios de información compatible de activos.

³ Término mencionado en la revista Ciencia y Desarrollo del CONACYT. Artículo Tecnologías de la Información y la Comunicación.

⁴ Revista ciencia y desarrollo CONACYT

Mediante sus líneas de acción, ofreció al grupo de trabajo de BIM del Reino Unido una perspectiva práctica detallada de los problemas que deben considerarse en el marco de la implementación de una estrategia exitosa BIM.⁵En consecuencia, el gobierno británico estableció que para el 2016 todos los proyectos deberán entregarse en formato BIM para la licitación pública.

Además una encuesta publicada por la National Building Specification (NBS) refleja que el porcentaje de la industria que utiliza BIM aumentó del 13% en 2010, 39% en 2012, 77% en el 2013, con proyección del 100% en el 2016.



Figura 8. Regiones del mundo donde la adopción del BIM forma parte de una estrategia gubernamental y obligatoria.

En Estados Unidos la administración de servicios generales (GSA) requiere como mínimo un modelo geométrico BIM, y apoya el desarrollo de las implementaciones más avanzadas. La GSA también ha desarrollado directrices BIM, y fomenta el uso del BIM en el sector público. El informe de McGraw Hill Construcción de 2012 ya reflejaba que en América del Norte la adopción del BIM había pasado del 49% en 2009 al 71% en 2012.

Sectores de la construcción de diferentes países como: Noruega, Finlandia, Suecia, Holanda, Dinamarca, Hong Kong, Singapur y algunas regiones como Cataluña, están siguiendo los modelos de implementación de Finlandia y de Reino Unido.

⁵ Estrategia del BIM para México, recomendaciones para el desarrollo de la estrategia.

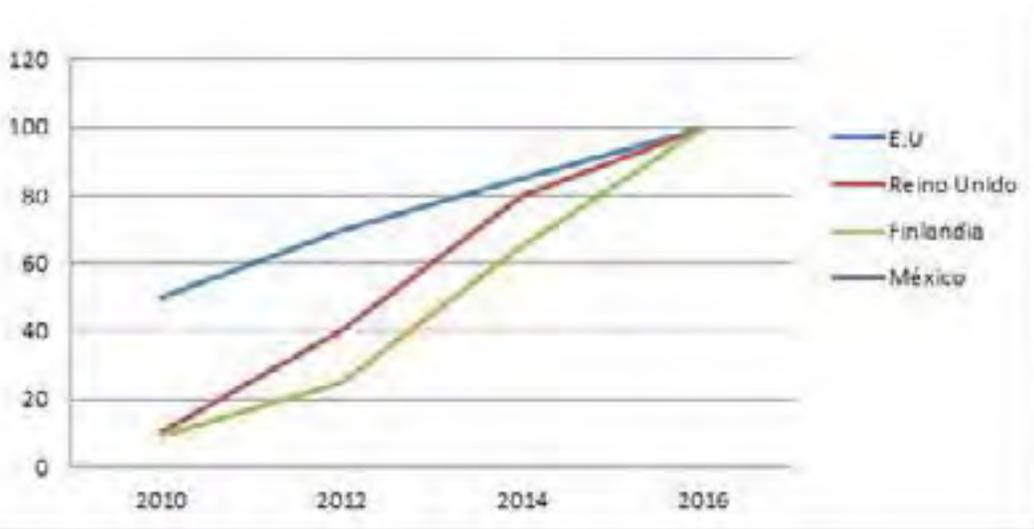


Figura 9. Porcentaje de implementación en los principales países donde se ha desarrollado la metodología BIM.

En el caso de Latinoamérica, y en específico en México; es más deficiente el proceso comparado con el de otros países, donde llevan años trabajando en modelos de implementación, fijando plazos y grupos de acción; en el que se reúnen todos los partners del sector AEC/O (Architecture, Engineering and Construction / Operations). México al igual que países como Colombia y Perú ven la metodología BIM como tecnología emergente.

De esta manera se han generado alianzas con empresas que nacieron a partir del BIM. Una de ellas es la fundación Buildingsmart Chapter, que lidera en el mercado Europeo. Ha sido la institución de mayor fomento e internacionalización, que ha emitido certificaciones y busca estandarizar los procesos en relación a la metodología BIM.

Buildingsmart nació en Finlandia, sus publicaciones se conocen como COBIM y fueron emitidas con el objetivo de tratar requerimientos para proyectos. De ella surgió Building Smart chapter Spanish en España, que ha buscado generar alianzas con todos los partners del ciclo de vida de un edificio.⁶ De la misma manera existen ya una serie de estándares, resultado de estrategias y grupos de investigación, para el proceso de implementación que están operando los mercados internacionales. La UK establece la implementación basada en procesos, tecnología y cultura, en un esquema que considera recursos humanos y tecnológicos.

⁶ Publicaciones COBIE Spanish journal BIM, 2016, pág. 16.



Figura 10. Enfoque conjunto de la estrategia del BIM del Reino Unido, Fuente Arcaadis

Una vez conocidos los datos de implementación, es necesario hacer hincapié en el hecho de que hay un rol importante que debe de jugar el gobierno, y a su vez los actores de localidades y ciudades: para una verdadera construcción de la sociedad del conocimiento precisa de la consideración de las necesidades más puntuales de los actores sociales y aparentemente estas se conocen mejor a un nivel local (Revista de Ciencia y Desarrollo CONACYT).

Contexto histórico de las metodologías en los procesos de producción arquitectónica

Los actuales modelos de producción arquitectónicos han sido reproducidos de los modelos de sistemas de producción en masa en la manufactura, a su vez la evolución sobre la forma de producir ha ido modificándose en función de las innovaciones tecnológicas; generando la capacidad de producir más rápido y sin pérdidas. Lo mismo sucede con el BIM siendo un modelo metodológico de gestión y optimización del proyecto arquitectónico en su ciclo de vida.

En los sistemas de producción en masa predomina la filosofía, "eliminación del estancamiento de trabajo" "mejora continua":

- trabajo estandarizado
- calidad y seguridad
- kaizen (medir las mejoras en los procedimientos de trabajo)
 - +motivación (respeto)
 - + Rentabilidad
 - +competitividad
 - +productividad

-Se produce a partir de la demanda

- diversidad de producción
- trabajadores multifuncionales
- producir lo justo lo necesario
- paro automático para evitar fallas
- cuando los trabajadores trabajan en equipo se llama producción flexible

En la producción arquitectónica en el espacio tiempo y la evolución de los modelos de producción en gran escala del fordismo al posfordismo, el clásico método de diseño ayudó gradualmente a la fabricación en serie, basado en los sistemas CAD (Diseño Asistido por Computadora) no gestionado.⁷

Desde mediados del siglo pasado, con la eficiencia en tiempo y precisión pudo soportar la construcción de proyectos de gran envergadura, los cuales aumentaron su complejidad no solo por la magnitud del proyecto si no porque comenzaba la era de la globalización; nuevas maneras de habitar el espacio traía nuevas formas de diseñar y construir los espacios. Entre ellos destacan grandes centros comerciales, edificios altos, la posibilidad de distribución eléctrica particular, nuevas maneras de comunicación a través de la telefonía, la televisión y por supuesto exploraciones a través del internet y los computadores.

Para entonces se veía al CAD como un primer cambio de paradigma en los métodos de trabajo, debido a que el intercambio de información se volvía más rápido a través de archivos digitales; visualizando los productos finales antes de haber sido impresos. De esta manera se podía ahorrar cantidades de papel y a la vez se podían experimentar más posibilidades de diseño dentro del espacio virtual del software. El trabajo se internacionaliza a través del internet, es decir; las distancias se disolvían, los precios bajan y el tiempo se hacía más eficiente.

⁷ Niveles de implementación BIM establecido por la UK sobre la filosofía de plataformas digitales y administración del proyecto, se hace más hincapié a estos conceptos en niveles BIM.

Figura 11. Modelos de producción y la influencia en la arquitectura. (Elaboración propia)

		MODELOS DE PRODUCCIÓN						
MANUFACTURA		FORDISMO			POSFORDISMO			TENDENCIA
Antes de 1950		1950-60	1960-70	1970-80	1980-90	1990-00	2000-ACT	
ESPACIO TIEMPO	Clásico	Moderno						Contemporáneo
PARADIGMA	Absoluto	Relativo						Interactivo (Informacional)
FILOSOFÍA POLÍTICA	Estático	Funcional	Sistémico	Materialista	Morfológico	Sustentable	Resilientia	
ENFOQUE DESDE LA ARQUITECT.	Mecanización de procesos	Estandarización de procesos						*Protocolos de comunicación, Códigos de regulación Normativas, Licitaciones
DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO HUMANO	Política	Institucional	Social-insostenible				Social y sustentable	Social adaptivo
PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	Individual y colaborativo artesanal	Colaborativo con líneas de producción	Colaborativo con instrumentos CAD	Colaborativo con instrumentos CAD mayor procesamiento	Colaborativo con instrumentos CAD	Colaborativo gestionado por BMS inteligentes	Colaborativo Globalmente interoperable	
ENFOQUE TICS	Temporales estricto 1:1	Gestionado por personas						Gestión Inteligente
		Inclusión de primeras computadoras	Inclusión de las supercomputadoras Procesador, microchip	Quinta generación de computadoras, con varios microprocesadores	Coordinado un agente y gestionado por una base de datos	Sexta generación con sistema operativo Intel Core 3 a 7 estándar	Dispositivos electrónicos inteligentes	
		Instrumento como herramienta			Instrumento para la gestión			BIM/BAM BOOM
		FILOSOFÍA CAD			FILOSOFÍA BIM, R, V, DISEÑO PARAMETRICO			

La metodología BIM se incorpora como otra revolución CAD⁸, que viene acompañada de una serie de conceptos y marcos metodológicos. Conceptos que se precisarán en el siguiente apartado.

Bajo ciertas limitaciones de procesamiento de información, el CAD fue cobrando fuerza. A partir de los años 80 IBM desarrolla el primer ordenador personal con potencia de cálculo suficiente para el cálculo matemático; verdadero corazón del software para el diseño asistido, CAD.

A manera de hipótesis se puede estimar que existe un "avance tecnológico" cuando surgen paradigmas acompañados de herramientas con las que se ha podido experimentar, como ha pasado en muchos momentos históricos, el principal fue en la revolución industrial, en el que se venía acuñando una serie de nuevos paradigmas y la invención de herramientas más sofisticadas; el telar mecánico y la máquina de vapor, fomentaron un gran impulso tecnológico.

Para efectos de la era digital el avance ha sido cada vez mayor, porque ha incrementado la capacidad de procesamiento de información de las computadoras y la popularización de precios.

En cuanto al CAD, el sistema se popularizó porque se desencadenaron una serie de sucesos, principalmente el desplazamiento de la población de las zonas rurales a las urbanas, y los avances tecnológicos ya mencionados. Aunado a la producción en serie e incorporación de materiales más accesibles y económicos. El mercado dio a conocer un producto con mayor capacidad de procesamiento de información, a costos más asequibles, haciendo posible un producto de alcance global. Con mayor capacidad de procesamiento de información en las interfaces digitales CAD.

El flujo de trabajo en el sector de la construcción, hasta no hace mucho tiempo, estuvo basado en su mayoría en el uso de los softwares CAD (el más famoso AutoCAD). A pesar de haber traído grandes aportaciones al mundo de la construcción, tiene una ventaja, que con el paso del tiempo se ha convertido en una desventaja. Es un software estático, fue elaborado para el diseño de cualquier objeto en cualquier escala. Se buscaba que el software funcionará con la capacidad de procesamiento de las primeras computadoras en los años 80.

⁸ Hay que recordar que el término CAD (Diseño Asistido por Computadora) por su definición ya ha quedado establecido para hacer mención de cualquier proceso de diseño del cual se tome ayuda de una computadora por efecto del uso de cualquier software. Podemos decir en términos de software que existe el método CAD tradicional NIVEL 0 y 1 no gestionado basado en dibujo ya sea 2D o 3D y con archivos finales sin más información que las propiedades geométricas vectoriales. Y un nuevo método CAD de última generación, basado principalmente en la gestión y en el modelado de la información de manera compleja y sistemática, que incluye un cambio de pensamiento en su operatividad, dividido en dos corrientes: El actual nombrado diseño generativo (o también conocido como diseño paramétrico) y la metodología BIM Nivel 2 y 3 Gestionado y con integración de datos (parámetros), procesos y una representación gráfica relacional, constituida por los Big Data. Concepto que se incorpora en Edificios inteligentes y se define como la próxima generación en inteligencia operacional y de negocios derivada del análisis de datos integrados a través de múltiples flujos o fuentes para los propósitos de comprensión general del sistema, rendimiento y optimización. Este último en comparación con el CAD tradicional se desarrolla a través de la misma gestión e integración de datos y procesos totalmente abierta, y en el aspecto técnico resulta un archivo final del que se tiene no solo información de propiedades geométricas vectoriales sino también información ordenada referente a presupuestos, análisis térmico, estructural, instalaciones especiales, etc. que busca facilitar cada vez más el trabajo colaborativo y la comunicación entre diferentes sectores, extendiendo así las dimensiones de objetos del 2D, 3D al 4D, 5D, 6D y 7D. El anterior concepto está contenido en las "etapas BIM" definidas por Succar Bidal, ver siguiente capítulo.

Con el paso del tiempo, el avance de procesamiento de datos de las computadoras y los softwares han mejorado. Al mismo tiempo, sus aplicaciones y la manera de interactuar y manipular la “información” de un proyecto han ido incorporando los conceptos: “ciclo de vida de las construcciones”, “alcance global”, “trabajo en tiempo real”, “estandarización” y “trabajo en equipo” y el modo de pensar de los ciudadanos.

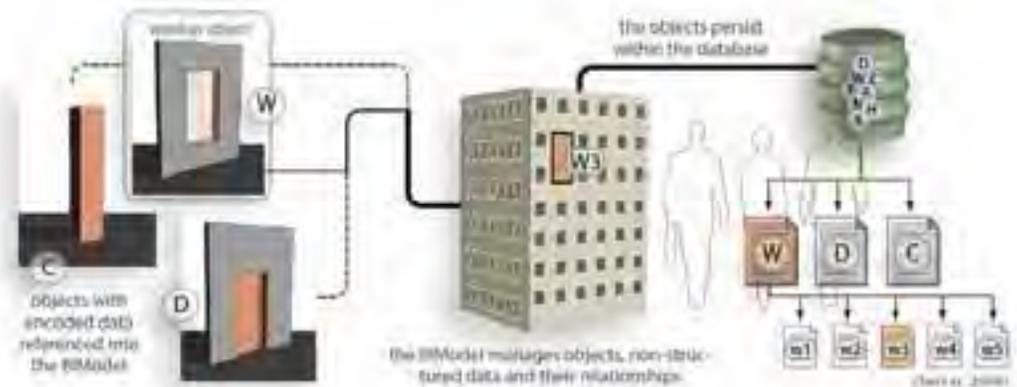


Figura 12. Flujos de información y jerarquización de datos. (Succar Bidal)

El aumento exponencial sobre la oferta y demanda tecnológica fue tomando cada vez más fuerza. Un concepto que trata de la interpretación, uso y manipulación de la información no solamente de la información por sí misma; sino de la estructura y clasificación de grandes cantidades de información, con los BSM (Building Management System), sistemas de gestión de los Edificios Inteligentes⁹, bases de datos inteligentes, Big Data, Metadatos y la manera en la que la mente asimila y percibe este tipo de información.

En un artículo publicado por Alvin Toffler decía que estamos en el nacimiento de una nueva cultura. Denominada mucho tiempo después como digital, se caracterizaría por un entorno cambiante y un incremento en el uso cotidiano de dispositivos tecnológicos de última generación. Teléfonos inteligentes (Smartphone), tabletas digitales (Tablet computer), visores de realidad aumentada (VRAM), se encontraban ahora al alcance de nuestras manos. Algo sin precedente en la historia de la humanidad, que motivo un aumento exponencial de la información disponible, produciendo un fuerte impacto en nuestro modo de pensamiento.

No fue necesario que pasara mucho tiempo para que estos cambios produjeran una crisis en las estructuras de pensamiento. Que se caracterizan por una modernidad de fluidez, disolución de los viejos conceptos, donde antiguas teorías han sido y están siendo refutadas, en recientes cambios de paradigmas, dando paso a otras nuevas, mucho más complejas y relativas. Una revolución de ideas que sustituyó principalmente a la sociedad industrial del siglo pasado, por otra hiperconectada, sobrecargada de información, que encuentra en los sistemas digitales una obligatoriedad de contar con “lo último”, de lo contrario “se está fuera”.

En este contexto, la arquitectura contemporánea no se encuentra exenta de nuevos planteos. Con la inauguración del Museo Guggenheim de Bilbao del arquitecto Frank Ghery, una nueva forma de hacer arquitectura parecía haber nacido. Influenciada por las ciencias de la complejidad, y utilizando computadoras y sistemas digitales de segunda generación. Los diseñadores pudieron llegar a una simbiosis disciplinar, que desafía las concepciones tradicionales del diseño. (Arq.Marcelo Fraile, 2011-2014).

⁹ Un edificio inteligente se refiere a construcciones que comúnmente hacen uso de toda clase de tecnologías para hacer más eficiente su uso y control. Estas tecnologías abarcan principalmente cuatro categorías: seguridad, comunicaciones, apoyo logístico y automatización de procesos.

La más reciente revolución tecnológica ha hecho compleja la relación informacional, generado un escenario ideal para abrir paso a la reciente revolución CAD que lleva el nombre de BIM (Building Information Modeling). Fue nombrado por la empresa AUTODESK¹⁰, específicamente por el arquitecto Phil Bernstein vicepresidente de esta empresa, quien hizo mención del término BIM por primera vez en 2002 cuando compró la compañía Revit Technology Corporation.¹¹ Bajo una nueva forma de entender el proyecto arquitectónico, donde el proceso y la generación formal, en una búsqueda de optimización e integración de las diferentes disciplinas que intervienen en el. De acuerdo con modelos de "performance" a partir de parámetros (capas de información estratificadas y jerarquizadas) capaces de modificarse y relacionarse en el tiempo. Dando lugar a un nuevo lenguaje arquitectónico que abandona la estructura mecanicista del movimiento moderno, que gobernó gran parte de la arquitectura del siglo XX. (Arq. Marcelo Fraile, 2011-2014).

El BIM en su dimensión tecnológica metodológica en el ciclo de vida arquitectónico

"El BIM es una metodología que ya ha comenzado a cambiar la manera en la que se ven los edificios, como estos funcionan y la manera en la que los mismos se construyen. Es importante entender porque estamos hablando de nuevos procesos de trabajo o necesidad de adaptación de los existentes."

Spanish journal BIM, 2016.

Succar Bidal habla en su publicación Building Information Modeling: A reasearch and delivery foundation for industry stakeholders, sobre el marco y los alcances que delimitan conocimiento del BIM. Donde el BIM es argumentado en muchos escritos, seminarios y talleres como un catalizador de cambio que reduce la fragmentación en la industria de AEC/O; de manera eficaz y eficiente. Succar menciona que BIM puede incluir construcciones mentales derivadas de estudios organizacionales, así como sistemas de información, y otros estudios complejos que pone de manifiesto la necesidad de un marco de investigación para organizar el conocimiento que requiere una investigación sistemática del dominio BIM.

Existe la necesidad de un marco que posicione al BIM como una "Integración y modelización de procesos" no sólo como conjuntos fragmentados de tecnologías y procesos. Siendo necesaria la presencia de un marco, que intente salvar el abismo que separa la academia de los procesos e interpretaciones industriales de BIM, proporcionando estructuras de investigación especializada. De esta manera Succar delimita al BIM en tres dimensiones para su conocimiento (figura 13).

¹⁰Compañía dedicada al software de diseño 2D y 3D para las industrias de manufactura, construcción y entretenimiento.

¹¹Aunque fue la empresa Graphisoft que lo implemento con el nombre de Virtual Building (edificio virtual) En 1984 en su programa ArchiCAD, reconocido como el primer software CAD para computadora personal capaz de crear tanto dibujos 2D como 3D.

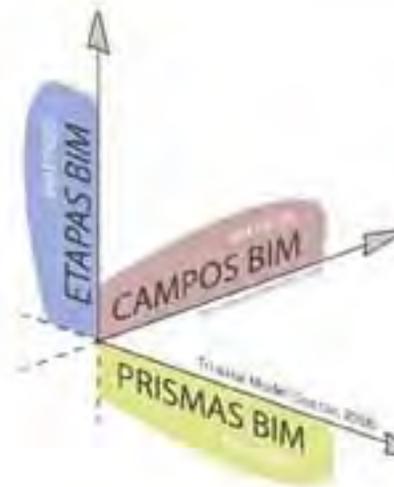


Figura 13. Dimensiones del conocimiento BIM. (Succar,2008)

La primera dimensión se denomina "Campos BIM". Es la responsable de identificar los actores (stakeholders: partes interesadas) que participan en el sector y sus entregables, incluye un gran número de actores del sector, propiedades, proyectistas, contratistas, constructores. Estos actores a su vez generan un gran número de 'entregables del sector' diseños, especificaciones, herramientas, productos de construcción y servicios especializados.



Figura 14. Campos BIM engloba 3 tipos de actores. (Succar,2008)

La segunda dimensión **Etapas BIM**¹²: habla acerca de la adopción BIM, se trata de identificar los hitos que los actores del sector cubren en su camino hacia las prácticas totalmente integradas. Las cuales se desarrollan de manera más específica en el siguiente apartado sobre niveles BIM.

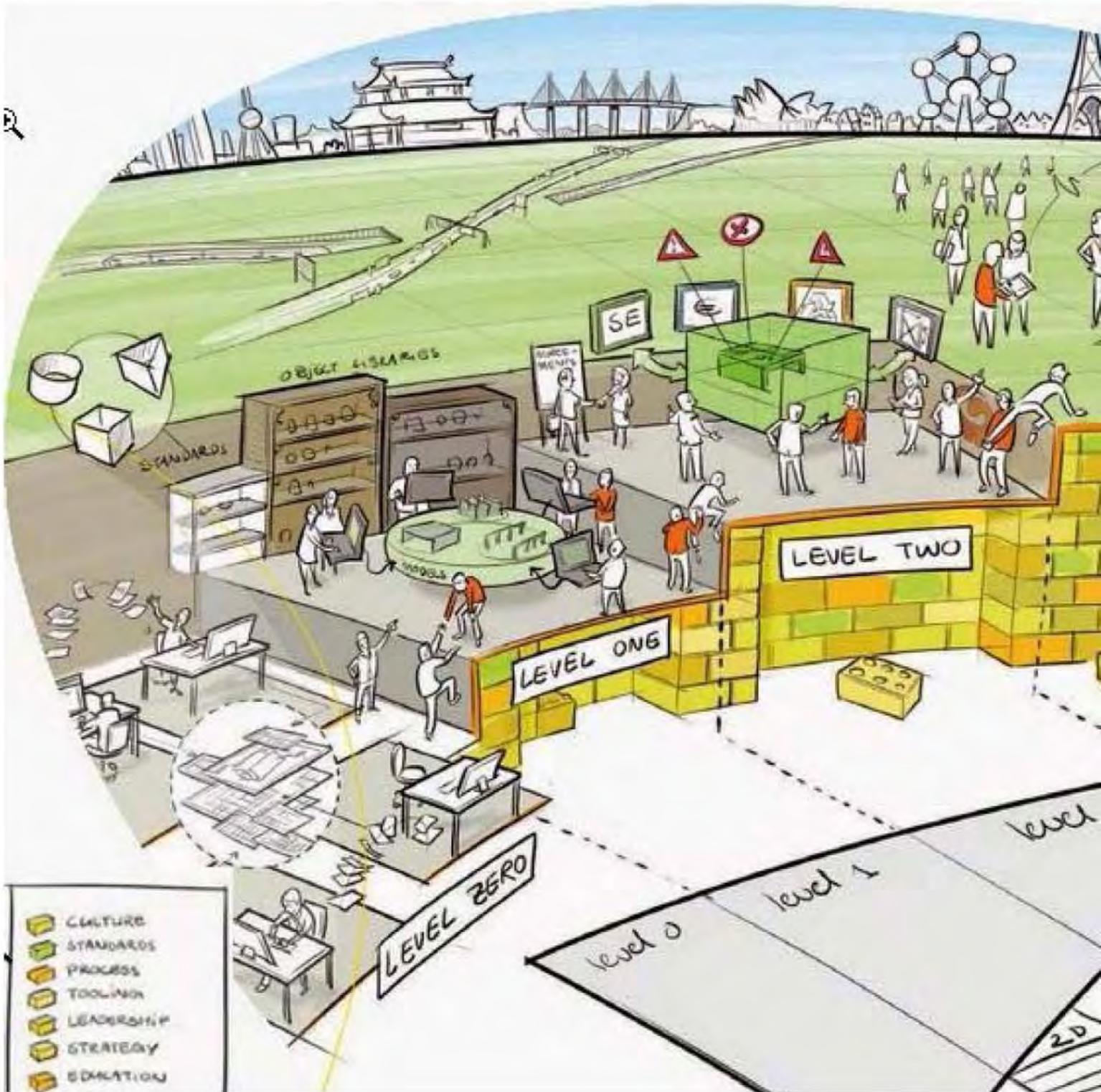
Etapas BIM 1: Modelado basado en objetos

Etapas BIM 2: Colaboración basada en el modelo

Etapas BIM 3: Integración en la red

¹² Se refiere a la participación de diferentes disciplinas con el fin de garantizar un proceso eficaz y eficiente.

Etapas BIM (Niveles BIM)



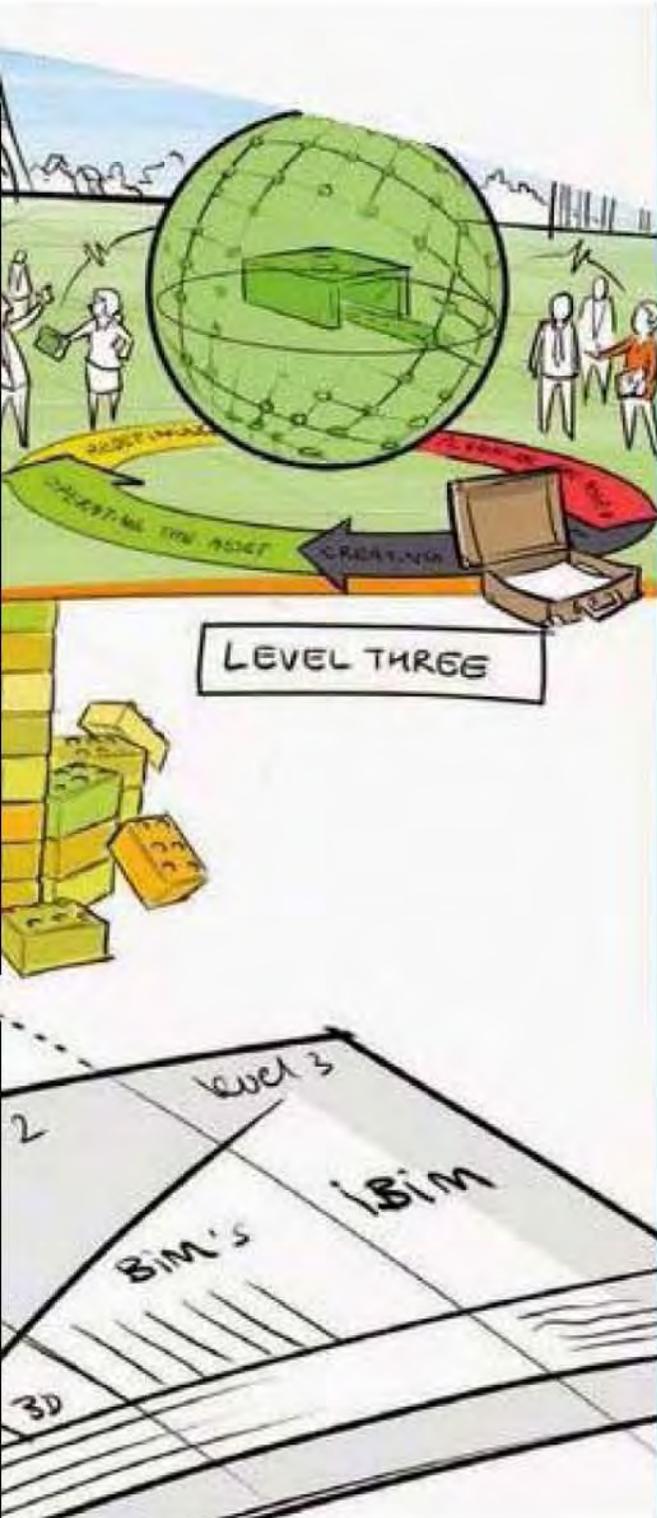


Figura 15. Etapas BIM del Reino Unido para llegar a la implementación. (Fuente: Arcadis)

Referente a lo anterior, actualmente se conocen tres niveles de implementación sobre el BIM (ver figura 15), que consisten en los grados sobre los que se implementa la metodología por porcentaje dentro de la totalidad del proyecto a nivel mundial y principalmente el esquema desarrollado y ejecutado por la UK, United Kingdom:

Nivel 0: Pre- BIM CAD No gestionado, probablemente en 2D, en papel (o papel electrónico) es el mecanismo de intercambio de datos más probable.

Es en este nivel donde ocurren más problemas de incorporación de herramientas tecnológicas para el desarrollo del proyecto arquitectónico. Los principales problemas radican en las resistencias al cambio, que más adelante se explicaran, en el apartado "Problemas de implementación hoy en día".

Nivel 1: Modelado basado en objetos. CAD gestionado en formato 2D o 3D mediante el uso:

- De una norma de intercambio de información (por ejemplo, BS 1192:2007 británica)

- Una herramienta de colaboración que ofrezca un ambiente común de datos

- Uso limitado de formatos y estructuras convencionales de datos.

Después de ser totalmente dependiente de bocetos a mano, CAD y visualizaciones en 3D, un número creciente de empresas decide cruzar el abismo de innovación e invertir en las aplicaciones BIM basadas en objetos. Las empresas rápidamente empiezan a generar documentos 2D coordinados y visualizaciones 3D desde el modelo BIM rico en parámetros en sí mismo no lo comparten con otras disciplinas. Estos modelos pueden incluir metadatos. A través de su adopción, estas empresas se someten a cambio de proceso "Suave", ya que empiezan a generar una gran cantidad de vistas 3D, cuantificaciones, especificaciones, escenarios hipotéticos y otros entregables desde el modelo semánticamente rico.

Nivel 2: Colaboración basada en el modelo. Datos gestionados que se tienen en ambiente 3D.

- Datos conservados en herramientas "BIM de disciplinas independientes con datos anexos"

- Integración de modelos independiente que usen interfaces privadas o middleware personalizado

- Colaboración basada en archivos dentro de un ambiente común de datos.
 - Uso uniforme de formatos y estructura de datos convenidos
 - Uso parcial de objetos de librería convencional
 - Uso parcial de datos de programas 4D y datos de costos en 5D

Dos disciplinas poseyendo cada una un modelo semánticamente rico, deciden colaborar. Se traspasan y comparten modelos/bases de datos que pueden incluir la geometría, las dos compañías pueden generar una sola base de datos conjuntamente (por ejemplo usando "sub proyectos" en Autodesk Revit), ver figura Bases de datos, enlazar dos formatos propietarios diferentes o traslape de archivos no propietarios como (IFC, CIS2, SDF). Esta interoperación les permite realizar estudios de plazos 4D (ver figura simulación). Detección de conflictos entre disciplinas (ver figura detección).

Nivel 3: Integración en la red. Integración de datos y procesos totalmente abierta. Presentan implicaciones legales que están siendo objeto de mucha atención en distintos estudios científicos y técnicos (Olatunji, 2011). (Spanish journal BIM, pág 13, 2016).

- Facilitado por las IFC (Clases de Fundación de la Industria) y el IFD (Marco Internacional para los Diccionarios).
- Datos conservados en un único servidor de modelo colaborativo.
- Para llegar a l nivel 3 implica cuestiones legales entre países

El cumplimiento de esta etapa es la compilación de todos los sueños de eficiencia de la construcción y de las filosofías BIM. En esta etapa, las fases del ciclo de vida del proyecto se diluyen sustancialmente, y los actores interactúan en tiempo real para generar beneficios reales a partir de los flujos de trabajo cada vez más virtuales. En esta etapa las tecnologías existentes y sus constantes mejoras desempeñan un rol facilitador y un conjunto de esas tecnologías juegan un papel fundamental: las soluciones de modelo servidor, cada vez más disponibles, las de replicación u otras de modelo federado. Estas tecnologías especializadas basadas en red almacenan, comparten y controlan las entradas y salida multidisciplinares de los actores participantes. Es en este punto donde las políticas contractuantes actuales y los procesos de proyecto pierden su sincronización con las posibilidades tecnológicas. Seguro que, con el tiempo, los procesos evolucionarán y las políticas conseguirán desarrollarse para permitir todo el potencial de los modelos semánticamente ricos y las bases de datos externas de referencias.

Sobre estos niveles de implementación BIM los diferentes países dentro de la Unión Europea han fijado plazos de adopción obligatoria. Reino Unido lleva la delantera, mientras algunos países fijan para los próximos años implementación BIM de nivel 0 y 1, ellos están fijando que para el presente año todos los proyectos para licitación pública deban entregar en nivel 2.

A continuación se desglosan algunos pasos sugeridos para llegar a la implementación BIM por Autodesk y Graphisoft entre otras empresas.

Montenson report, guía para el éxito en la implementación BIM:

- Desarrollar el plan de ejecución para definir las expectativas del proyecto y formalizar gente en proyectos

- Definir los parámetros de éxito del cliente, involucrar al cliente
- Definir alcances de VDC BIM para reducir riesgos
- Establecer métricas para el desempeño
- Generar un ambiente de trabajo colaborativo e integral
- Equipo deberá definir la manera en que BIM mejorará la comunicación
- Mejorar la comunicación y colaboración, a través de un modelo 3D virtual que dirija las decisiones del equipo que pueda impactar en el proceso de construcción

Implementación exitosa por GRAPHISOFT

Software/hardware/ infraestructura/recursos humanos

En donde enfocarnos: flujo de trabajo, recursos humanos, administración del proyecto, buenas prácticas, para un primer inicio de proyecto con BIM

Pasos sugeridos

1. Evaluar la oficina
2. Formar un equipo medular para la implementación
3. Asignar a un consultor BIM
4. Realizar un plan de implementación BIM
5. Comunicar la estrategia
6. Entrenar al equipo piloto
7. Seleccionar el proyecto piloto
8. Documentar los estándares en la oficina
9. Preparar las plantillas
10. Evaluar los resultados
11. Retroalimentación



Figura 17. Contenido de alto nivel en la estrategia IMM de Transport for London

Nivel de detalle BIM

El nivel de Detalle LOD (Level LOd Detail) corresponde a la evolución lineal de la calidad y riqueza de información de un proceso constructivo; siempre aumenta con el tiempo se refiere desde el modelo del proyecto, los costes/presupuestos hasta la planificación temporal. Inicialmente definida por la empresa Vico. En el "Singapore BIM Guide" V1. Mayo 2012 se establece un interesante paralelismo entre las diferentes países del proyecto, los niveles de detalle, las escalas y los entregables. Esta clasificación es válida para procesos tradicionales de desarrollo del proyecto en los que la evolución de la información en cantidad y calidad siempre estaba en avance. En la actualidad, la forma de trabajar colaborativa establece pautas distintas, con continuas revisiones y variedad de agentes con capacidad de decisión y modificación del proyecto. Madrid (Javier, 2013)

Cada disciplina debe mantener un documento de descripción de los contenidos del modelo y explicar el propósito con el que el modelo ha sido publicado y que grado de precisión tiene también se denomina LOD (LEVEL OF DEVELOPED):

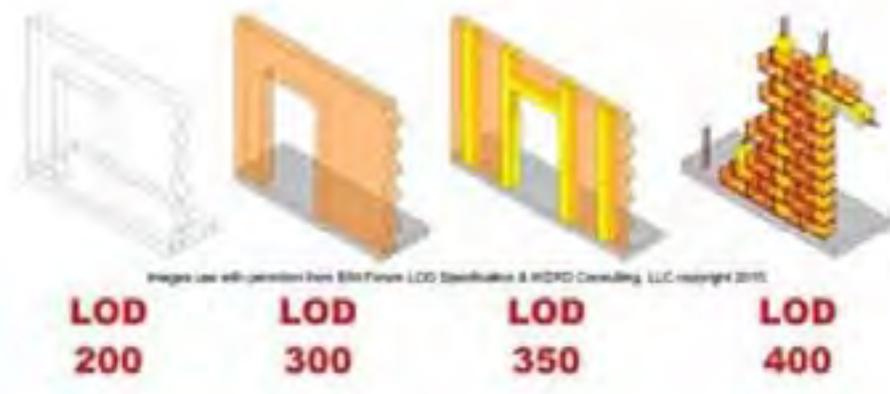


Figura 18. Lod (level of developed)

LOD100: nivel de desarrollo más bajo del modelo BIM, propio de fases iniciales como estudios previos o anteproyecto, de cara a valorar alternativas formales, espaciales o de otro tipo. En este nivel se enumeran los elementos conceptuales del proyecto, con el grado de definición definido por:

Requerimientos: El elemento objeto puede estar representado por un símbolo o representación genérica. No es necesaria su definición geométrica, aunque este puede depender de otros objetos definidos gráfica o geoméricamente. Muchos elementos pueden permanecer en este nivel de desarrollo en fases muy avanzadas del proyecto.

Usos:

Análisis: Con base a dimensiones geométricas, orientación, y ubicación.

Costo: Estimación de costes en relación a datos como área, volumen, o similares.

Habitualmente el parámetro de mayor utilidad en este LOD.

Programación: el elemento puede ser utilizado para determinación de fases y duraciones.

Coordinación: No aplicable.

Otros: a definir por este LOD o siguientes.

LOD200: Nivel de desarrollo del modelo BIM en el que queda definida la volumetría básica exterior e interior del edificio, cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto

LOD300: Es el nivel en el que se definen gráficamente el elemento, especificando de forma precisa cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica.

Requerimientos:

El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

LOD400: El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación con detallado completo, información de fabricación específica para el proyecto, puesta en obra/montaje e instalación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

LOD500: Requerimientos. El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación.

También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

Se verifica la información de este nivel en relación al proceso constructivo finalizado ("as built") y no es aplicable a todos los elementos del proyecto.

El criterio válido será definido por la propiedad y las normativas correspondientes.

La información de este nivel sustituye a las equivalentes de otros niveles inferiores en todos los casos. Elementos del modelo pueden estar definidos a nivel de LOD 500 sin haberlo hecho en niveles anteriores.

Paradigmas BIM

"BIM es el Conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizadas por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando uno o más modelos compatibles que contengan toda la información referente al edificio que se pretende diseñar, construir u operar"

COLOMA, E. 2010

"En esencia BIM es la creación de valor a través de la colaboración en todo el ciclo de vida de un activo apoyado en la creación, recopilación y el intercambio de modelos 3D y los datos compartidos, inteligentes, estructurados y vinculados a ellos"

(UK BIM TASK GROUP, 2014). (Spanish journal, op. cit.).

Actualmente el BIM se ha perfilado en el mundo como un motor de cambio. En otras palabras, un cambio de paradigma en la industria de la construcción. El BIM nace hace dos décadas aproximadamente como una filosofía que engloba ver a las construcciones en su ciclo de vida como un sistema complejo a través del tiempo. Es por ello que esta filosofía se ve construida por conceptos del pensamiento sistémico¹³ y los términos arquitectónicos en BIM recobran un significado bajo el esquema oligárquico de conocer al todo (Este todo cambia dependiendo de que se quiera llegar a conocer pudiendo ser ciclo de vida de las edificaciones, la arquitectura en el medio ambiente, el sector de AEC a través de la iteración de sus diferentes partes “Todas las partes de un sistema son dependientes entre sí, todas mantienen una iteración recíproca. El modo en que se relacionan unas con otras les da la capacidad de influir en todo el sistema” conformando así una metodología de interoperabilidad del sistema.

Los comportamientos del todo se describen en diferentes estados y fases, que empiezan a desarrollar comportamientos en los elementos del sistema. Por ello “el pensamiento sistémico nos ayuda a ir más allá de los sucesos para ver los patrones de iteración de los elementos que componen un sistema dado y las estructuras que los producen para comprender las bases de cada situación problemática que causa deterioros, estancamientos y errores en los procesos.”

Los flujos de información arquitectónica recorren todo el ciclo de vida de las construcciones en las diferentes dimensiones, permitiendo control automatizado y sostenible, dando apertura al verdadero diseño sustentable. De modo que la automatización de los procesos de producción de la planeación de un objeto arquitectónico a la destrucción, pasando por su diseño, materialización y operación se ven descritos por estos conceptos sistémicos.

Realizar un modelo, como herramienta analítica que nos sirve para lograr una visión bien estructurada de la realidad. Ya que el propósito del modelo es proporcionar un medio para analizar los componentes de una sistema con el fin de optimizar su desempeño.

Existen tres principales cambios de paradigmas en el cambio de paradigmas que implica el cambio del método tradicional a la metodología BIM: del trabajo disperso, al trabajo colaborativo, de la abstracción de las partes, a la simulación/modelación de la realidad, de la fragmentación a la integración del todo, que se traducen en las siguientes aplicaciones de la metodología BIM las cuales generan el cambio de mentalidad sobre métodos tradicionales del nivel cero en las “etapas BIM” (pag.24) .

- Trabajo en tiempo real/ colaborativo/Gestión inteligente
- Interoperabilidad ciclo de vida arquitectónico
- Integración –detección temprana de interferencias simulación

TRABAJO EN TIEMPO REAL / COLABORATIVO

Se refiere a la actualización de información, mediante una red clasificada del flujo de trabajo en grupos de colaboración (buscando que estos grupos de trabajo sean interdisciplinarios), compartiendo un modelo central .

¹³ Es la actitud del ser humano, que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar, a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes de éste y de manera inconexa



Figura 19. Gestión del proceso inteligente. (Imagen consultada en línea)



Figura 20. Colaboración de disciplinas. (Imagen consultada en línea)

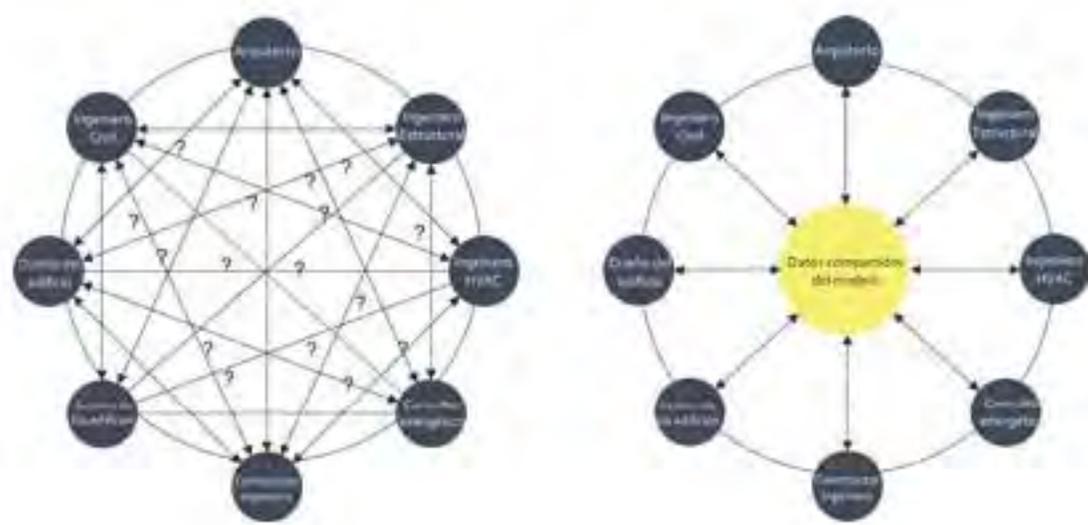


Figura 21. Formas de organizar el espacio en colaboración, comunicación e intercambio de conocimiento interdisciplinario.

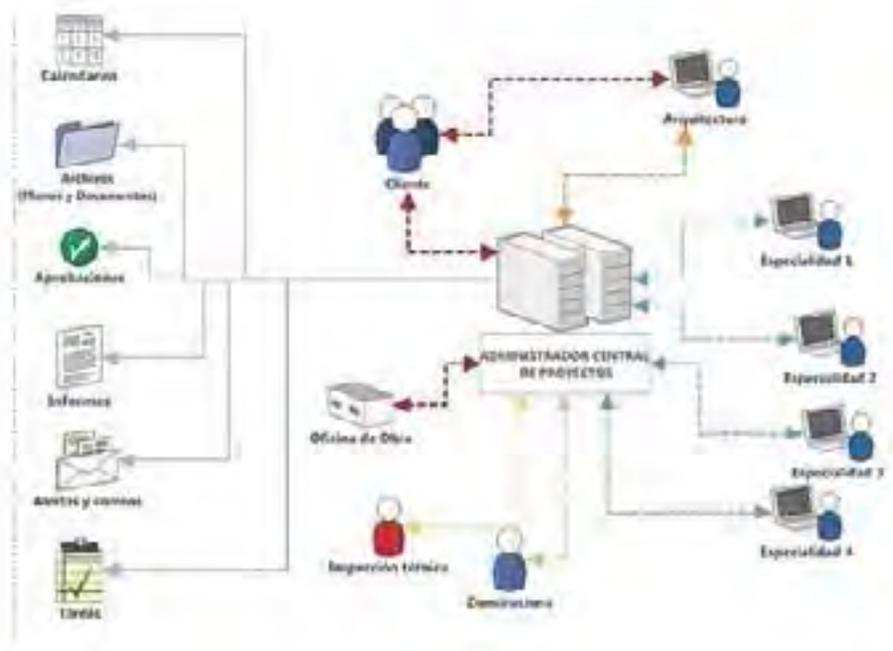


Figura 22. Flujo de información, esquema de trabajo colaborativo no lineal. (Coordina BImconsulting).

INTEROPERABILIDAD EN EL CICLO DE VIDA ARQUITECTÓNICO

Es un enfoque en el cual se contempla el proyecto arquitectónico como un todo y está presente en el concepto de modelado de la información de los edificios, intercambiando información útil desde diferentes plataformas de manera interoperable. Aplicando recursos: metodológicos- tecnológicos-humanos (capacitados en recursos tecnológicos-metodológicos).

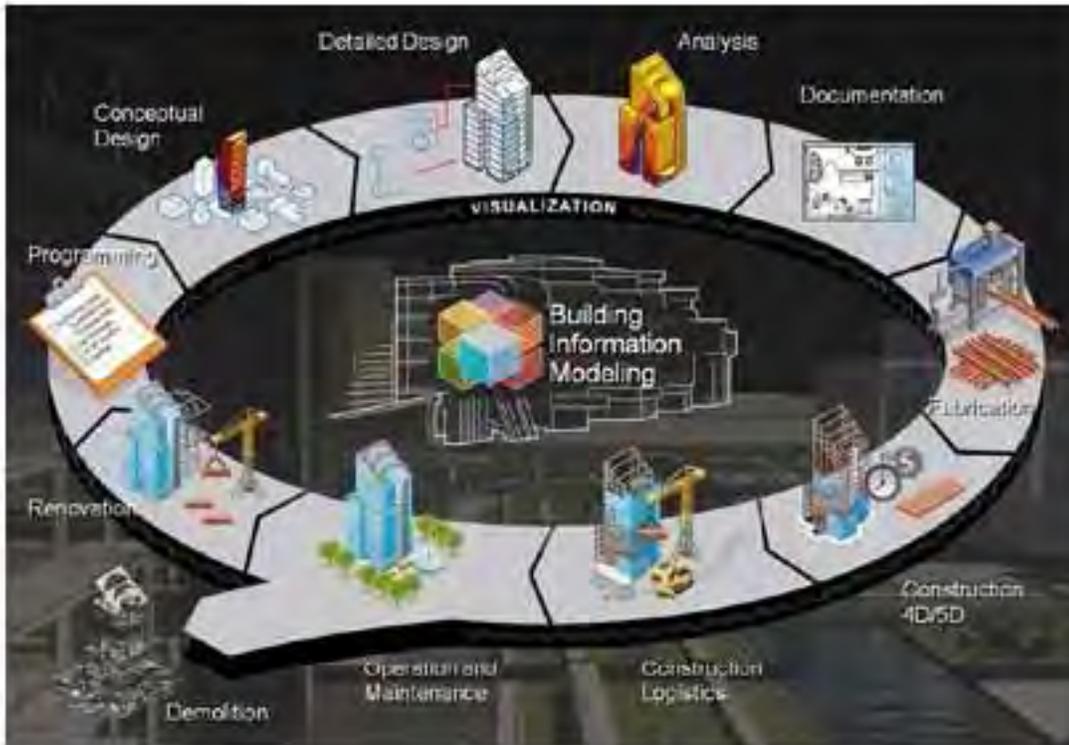


Figura 23. Interoperabilidad en el ciclo de vida arquitectónico. (Imagen consultada en línea)

INTEGRACIÓN TEMPRANA DE INTERFERENCIAS SIMULACIÓN E INTEROPERABILIDAD

La herramienta TimeLiner permite vincular un modelo a una programación de construcción externa para una programación visual basada en el tiempo y los costes. Esta función está disponible para los usuarios de Autodesk Navisworks Manage y Autodesk Navisworks Simulate.

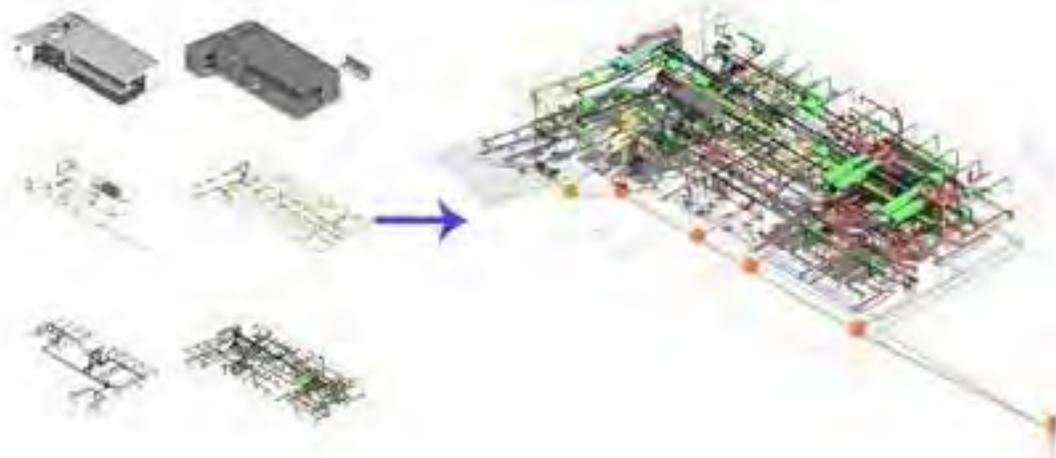


Figura 24. Integración de modelos entre disciplinas arquitectura e ingeniería.



Figura 25. Integración interdisciplinaria. (Imagen Consultada en línea)

La herramienta TimeLiner añade la simulación de programación a Autodesk Navisworks. TimeLiner importa programaciones de una gran variedad de fuentes. A continuación, puede conectar las tareas en la programación con los objetos del modelo para crear una simulación (figura 26).

Esto le permite ver los efectos de la programación en el modelo y comparar las fechas planeadas con las fechas reales. También se pueden asignar costos a las tareas para realizar un seguimiento del coste de un proyecto en su tabla de planificación. TimeLiner también permite exportar imágenes y animaciones de realidad aumentada-virtual basadas en los resultados de la simulación. TimeLiner actualiza automáticamente la simulación si el modelo o la programación se modifican.

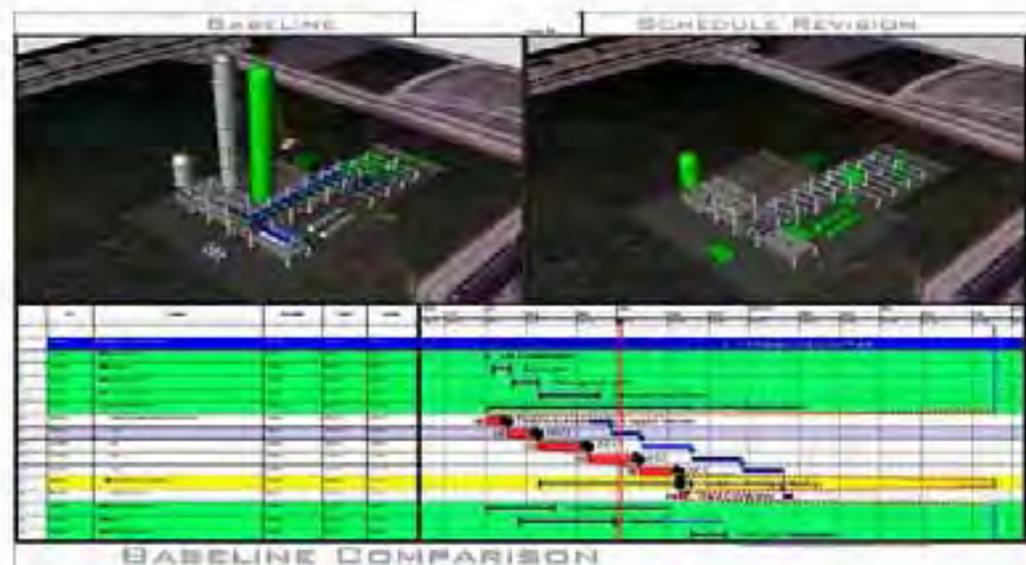


Figura 26. Simulación. (Imagen consultada en línea)

Puede combinar la funcionalidad de la herramienta TimeLiner con otras herramientas de Autodesk Navisworks:

-Si se vincula TimeLiner y la animación de objetos, se podrá activar y programar el movimiento de los objetos según la hora de inicio y la duración de las tareas del proyecto, y también le ayudará con la planificación del espacio de trabajo y del proceso. Por ejemplo, una secuencia de TimeLiner puede indicar que cuando se mueva una grúa concreta en una obra del punto inicial al punto final durante una tarde determinada, un grupo de obreros que trabajan cerca obstruirán el paso de la grúa. Esta obstrucción potencial es un problema que puede resolverse antes de llegar a la obra (por ejemplo, puede moverse la grúa para que tome una ruta distinta, puede desplazar al grupo de obreros o puede modificar la programación del proyecto).

-Si se vincula TimeLiner y Clash Detective, se podrá comprobar si existen conflictos temporales en el proyecto.

-Si se vincula TimeLiner, la animación de objetos y Clash Detective (Detección de conflictos) Figura 11, se podrá comprobar si existen conflictos en programaciones de TimeLiner completamente animadas. De modo que, en lugar de comprobar visualmente una secuencia de TimeLiner para verificar que, por ejemplo, la grúa en movimiento no chocó con un grupo de obreros, puede realizar una prueba de conflictos.



Figura 27. Detección de conflictos. (Imagen consultada en línea)

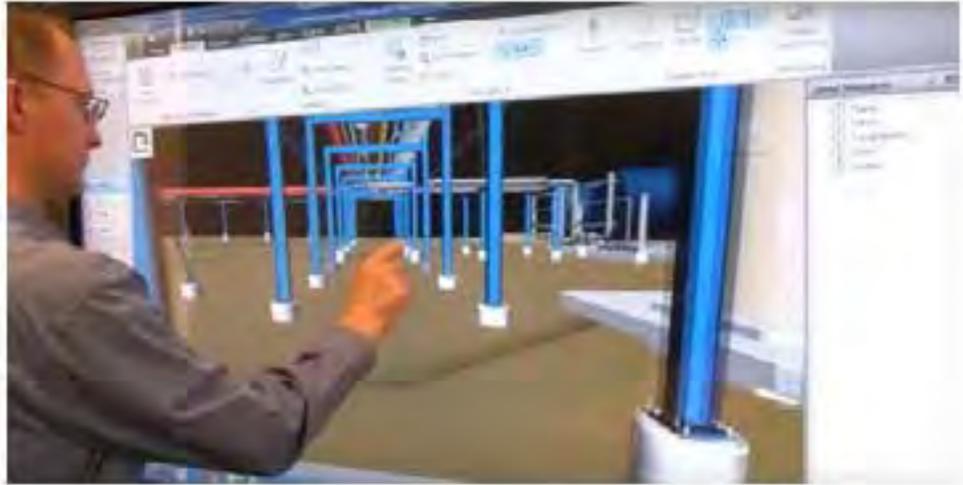


Figura 28. Recorridos Virtuales (Imagen consultada en línea)

Dimensiones BIM

Extensiones humanas 3D. La tecnología permite prolongar la percepción de los objetos no sólo por lo que le atribuimos a ellos; sino también por lo que ellos son.

Edward T. Hall, 1981.

Son la esencia de la metodología BIM, la síntesis de las posibilidades de la metodología BIM. El alcance de la utilización de la información proveniente de un modelo integrado, conceptualizado mediante su totalidad bajo la filosofía del pensamiento sistémico “el todo no es igual a la suma de las partes. El todo es igual a la relación entre las partes”.



Figura 29. Integración. (Imagen consultada en Inea).

Según la fundación SmartChapter (Finlandia) define las dimensiones de acuerdo a las siguientes características:

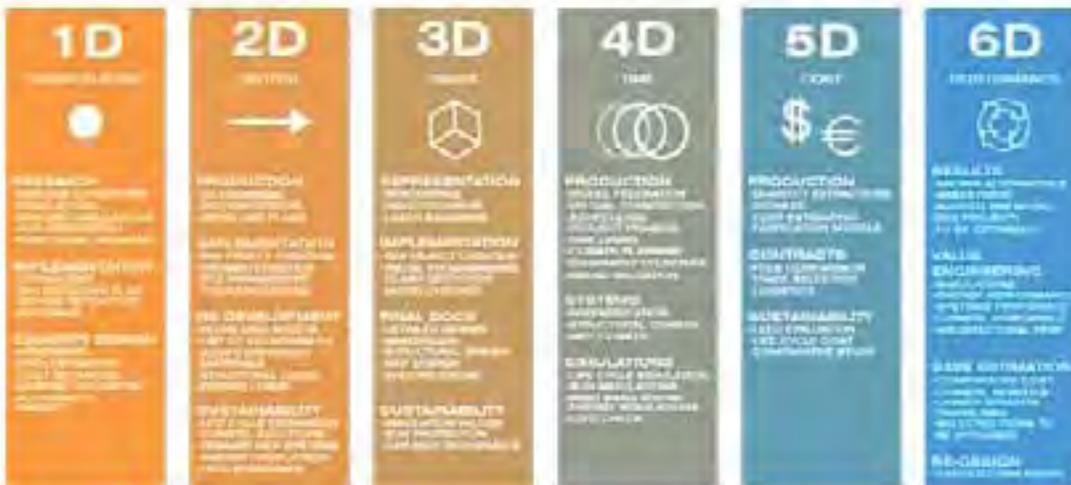


Figura 30. Dimensiones, establecidas por la fundación SmartChapter.

Estandarización de modelos y software que soporta (Archivos IFC)

Estandarizar para colaborar

La importancia del formato IFC radica en la importancia de la estandarización de formatos compatibles con la metodología BIM; para poder colaborar desde diferentes softwares.

Según las normas internacionales establecidas para objetos comunes en el sector de la construcción, el formato de archivo Industry Foundation Classes, IFC, ofrece una solución de interoperabilidad entre diferentes aplicaciones.

La certificación IFC mejora la capacidad de compartir información de proyectos entre diferentes disciplinas y aplicaciones técnicas durante todo el ciclo de vida del proyecto. Con el formato IFC, puede exportar estos dibujos a otras aplicaciones con certificación IFC de otro modo no podrían abrir un archivo DWG.

AutoCAD Architecture tiene certificación IFC para la importación y exportación de archivos IFC de la versión 2x3 (ver anexo softwares IFC).

La fidelidad visual de objetos 3D se mantiene en las vistas de modelo. Esto significa que las cotas se mantienen en objetos 3D exportados al formato IFC. Los objetos deben tener cotas precisas en el modelo IFC único porque se compartirán en distintas aplicaciones. IFC (BIM HANDBOOK, 2008).

IFC y cis/2 (for steel) son estándares públicos e internacionalmente reconocidos en la actualidad. Por lo tanto es muy probable que el modelo de datos IFC se convierta en el estándar internacional para el intercambio de datos e integración dentro de las industrias de la construcción en el futuro.

Actualmente existen dos empresas líderes del tema BIM:

- Autodesk (con su software Revit) 2001, California Estados Unidos.
- Graphisoft (con su software Archicad 1984), Budapest Hungría
- All plan. Alemania

Software complemento BIM (simulación, análisis y operación)

- ECOSIM,
- SOLIBRI MODEL CHECKER,
- AUTODESK NAVISWORKS, ESTOS 3 SON SIMILARES
- TEKLABIMSIGHT
- CYPE,
- CONTROLBIM,

Las diferencias entre la utilización de uno y otro programa son mínimas, ofrecen una solución a la metodología BIM.

La metodología no se limita a la utilización de cualquiera de estos programas; debido a su flexibilidad puede sustentarse del apoyo de diferentes plataformas por el sistema de intercambio de datos IFC de acuerdo a la actividad profesional específica. De esta ma-

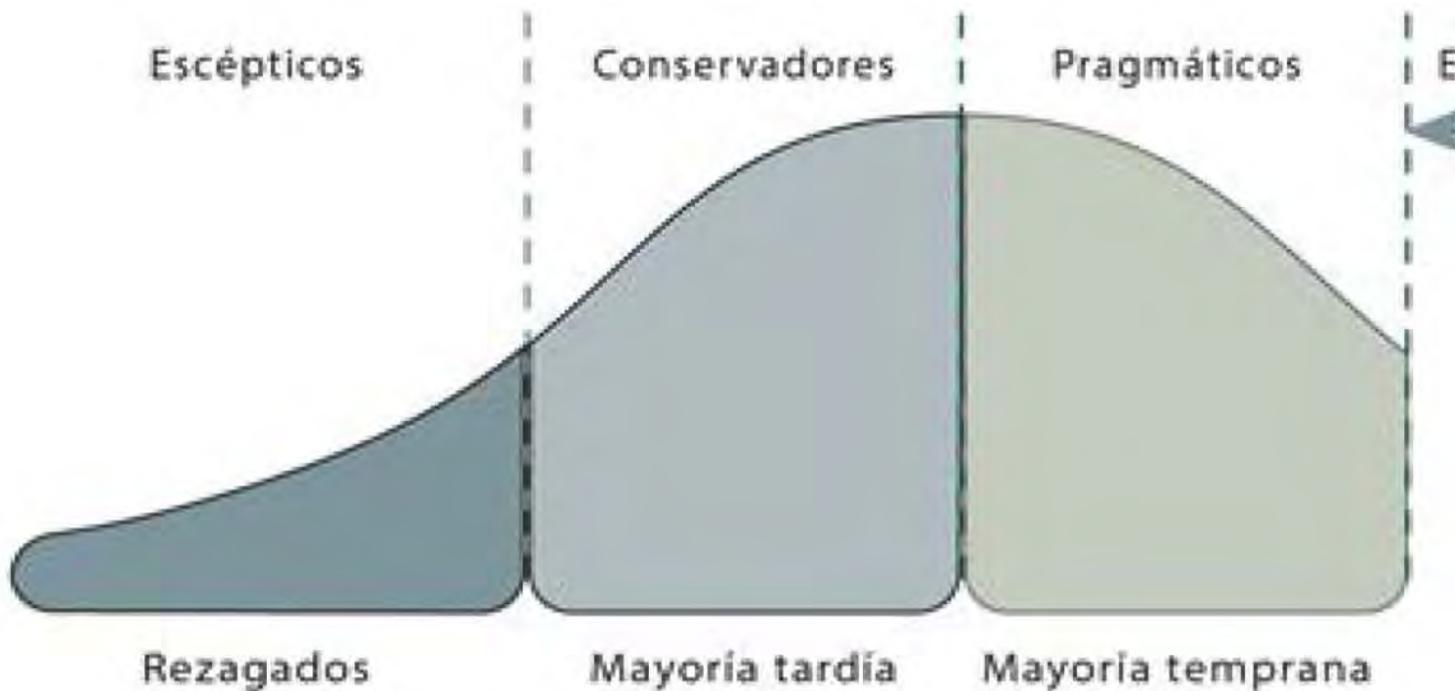
nera se retroalimenta todo el proceso por intercambio de conocimiento en todas las áreas.

Cada vez más desarrolladores de software para la industria de AEC/O se están alineando para lograr la compatibilidad de plataformas con la metodología BIM.

Problemas de la implementación en la actualidad

Donde muchos ven un problema, otros vemos una solución.

Muchos creen que una vez que han comprado una licencia para un software BIM pueden sentar a una persona frente de la computadora y están haciendo BIM. Sin embargo no se dan cuenta que BIM no sólo significa usar un software de modelado tridimensional sino también la implementación de una nueva forma de pensar.



Time to Adopt vs. Number of Adopters

from Crossing th

El BIM en toda su dimensión por tanto funciona como un sistema complejo. Es por eso que se puede establecer como un concepto holístico, referido a la conceptualización del todo con ayuda de herramientas tecnológicas que nos permiten mayor análisis, medición y planeación de grandes procesos industrializados en el sector de la Construcción.

Bajo este esquema la implementación de un nuevo método en el sistema del sector de la construcción, no resulta tan sencillo, debido a que todo sistema actúa como una fuerte red elástica: si se estira de un lado hacia afuera se mantendrá en la nueva posición sobre ella. Y tan pronto como se deje de ejercer presión; volverá al lugar donde estaba antes.

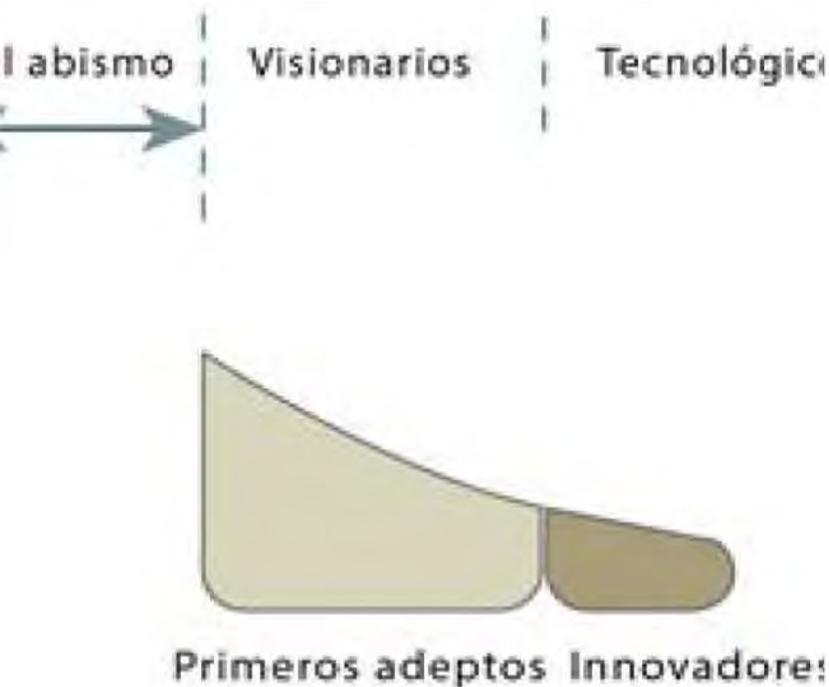


Figura 31. Cruzando el abismo de Geoffrey Moore.

Nos damos cuenta de que esa obstinación es parte del sistema, y no malicia aislada, la resistencia no solo resulta incomprensible; sino inevitable.

Cada vez que se introduce un cambio en cualquier sistema complejo (una empresa, una familia o nuestra propia forma de proceder) debemos esperar a que haya resistencia. No puede haber estabilidad sin resistencia. Tan es así que con frecuencia, quienes instauran las reformas, sobre todo en el mundo empresarial, cometen el error de presionar y presionar hasta agotar la capacidad de adaptación del sistema. Llegados a ese punto, se produce la ruptura, que siempre va en perjuicio de todos.

Pese a todo es posible implementar un sistema BIM no solo en el sector de la construcción; sino también en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura e ingeniería, con estrategias y etapas de implementación, estableciendo objetivos claros y un grupo de trabajo capacitado y alentado por el cambio. Los sistemas pueden cambiar de forma repentina si se emprenden las acciones apropiadas. Es factible cuando se comprende bien el sistema; esto se denomina el principio de palanca.

Todo cambio nace por una persona motivada a cambiar los procesos tradicionales. Y el cambio se genera tal como se esquematiza en la figura siguiente, 'cruzando el abismo' haciendo la comparación de personas rezagadas vs personas innovadoras, quienes hoy en día tienen un enfoque tecnológico.

Son tres problemas a los cuales se enfrenta la metodología:

1. Software y procesador de soporte físico (Hardware).
2. Resistencias humanas.
3. Problemas de comercialización (se vende el concepto BIM más por moda, no existe estrategia de implementación).

En la actualidad el mercado latinoamericano y los países con poco conocimiento de la metodología BIM se están enfrentando a múltiples errores de la implementación. En el mejor de los casos se confunde la implementación con "solo la utilización de un software complejo", en el peor de los casos sólo se vende la metodología por "moda y novedad", genera que el sistema por el cual se desarrolla la metodología BIM sea exclusiva de los demás procesos del mercado. El problema es que la metodología se aísla y no hay retroalimentación en las diferentes fases del sector de AEC.

Es de suma importancia saber que el BIM es eficiente solo en sistema. Se debe incluir al sistema interno y externo de una empresa, para que los procesos se hagan más flexibles y haya verdaderamente beneficios cada vez más exponenciales, asimismo no existe un beneficio de la tecnología BIM y su potencial.

Otro de los grandes problemas de la implementación es que no se está tomando importancia en el hecho de que la metodología BIM es un cambio de paradigma en la producción laboral. Lo cual resulta difícil de entender para quien opera. Existen múltiples resistencias humanas a los cambios de paradigma, haciendo que algunas personas de diferentes edades no puedan tener recepción a las nuevas maneras de trabajo.

El modelo Europeo para la implementación, se enfocó en estrategias de marcos metodológicos de implementación, como en el caso del modelo del Reino Unido enfoque que está diseñado para atender los problemas mediante el desarrollo de todos los aspectos de la agenda relacionados con cultura, procesos y tecnologías, del cual concientizar a sus gobiernos por el nuevo paradigma de trabajo basado en la metodología BIM por un lado. Por otro lado expulso toda una campaña sobre los beneficios. De esta manera nacieron fundaciones dedicadas a regular el mercado BIM, la principal es la BuildingSmart Chapter, a la par surgieron consultorías para instruir al mercado sobre todo en el mundo oriente.

Principales obstáculos descritos por la empresa GRAPFHISOFT

Miedo al cambio

Sin interés personal

Falta de entrenamiento

Problemas del personal

- Sin liderazgo
- Sin apoyo de la dirección
- In definición de roles

Proyecto piloto

- Tamaño
- Complejidad
- Fecha de entrega

CAPÍTULO 2

Análisis / Diagnóstico

Enfoque del BIM en el ámbito académico

El contexto de trabajo con BIM es heterogéneo, y actualmente hay un aumento de la demanda internacional y nacional de profesionales capaces de organizar flujos de trabajo multiplataforma, ya que en el desarrollo de cualquier proyecto de edificación o infraestructuras intervienen diferentes aplicaciones BIM para cada una de las disciplinas (Arquitectura, instalaciones, control de costes, etcétera). Pero existe una gran carencia de profesionales BIM que sean capaces de coordinarlas entendiendo sus particularidades.¹⁴

Actualmente se puede observar que existe poca inclusión de la metodología BIM en los programas académicos de universidades en el mundo, pues es un tema que se aprende con formalidad después de la licenciatura en programas posgrado en todo el mundo.

Para incorporarse al mercado laboral en su gran mayoría un egresado de la universidad en la rama de la arquitectura y algunas ingenierías civiles, en la actualidad aspiran a ser dibujantes, manipuladores de software, cuando en la curva de beneficios BIM de MacLeamy,¹⁵ es un hecho que el proyecto arquitectónico se está acabado para el arquitecto porque la carga del ejercicio profesional en el flujo de trabajo está más alta en las cuestiones de gestión, construcción y operaciones de los edificios; como oportunidades reales de empleo.

Dado que en la actualidad el tema del BIM se centra más en las estrategias de implementación y en que existe poco fomento hacia los programas académicos, es fundamental pensar en este aspecto. Se está dejando de lado el mundo académico, es preciso entonces crear un eje dentro de las fundaciones para establecer programas académicos universitarios que serán los operadores del futuro. De la misma manera las universidades tienen que gestionar la implementación del BIM en sus programas académicos (ya que existe un hueco), pues si se vuelve obligatoria la implementación, ¿quién se encargará de operar estos procesos metodológicos en el futuro?

A continuación se hace un análisis del plan de estudios de la Facultad de Arquitectura, que se busca contrastar con la gráfica del flujo de trabajo de MacLeamy, antes mencionada.

Plan de estudios arquitectura UNAM

El objetivo del plan de estudios es formar arquitectos, conscientes de su compromiso con la sociedad y de la responsabilidad de ser egresados de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como la capacidad para fundamentar, valorar y tomar decisiones proyectuales sobre el objeto arquitectónico en función de su posible influencia en la calidad de vida contemporánea.

Total de asignaturas: 51 · Obligatorias: 39 · Optativas: 12 · Total de créditos: 392 · Obligatorios: 344 · Optativos: 48

¹⁴ COLOMA Eloi, Master in project BIM, BIM manager, 2015.

¹⁵ Es un arquitecto americano que es presidente y ex CEO de HOK, una firma global de arquitectura, ingeniería y planificación. Se ha desempeñado como abogado para la industria de la necesidad de aprovechar las nuevas tecnologías y herramientas de colaboración para mejorar la práctica de la arquitectura. Como fundador y presidente de buildingSMART International (anteriormente la Alianza Internacional para la Interoperabilidad), MacLeamy ha avanzado la aplicación mundial de la construcción de modelado de información (BIM) para mejorar la calidad y eficiencia del proceso de diseño arquitectónico. También apoya el establecimiento de estándares no propietarios e interoperables para el intercambio de datos en la industria del diseño y la construcción.

Áreas del Plan de estudios		1er semestre	2do semestre	3er semestre	4to semestre	5to semestre	6to semestre	7mo semestre	8vo semestre	9no semestre	10no semestre	Total de créditos	Representa %
1	*Área Tecnología	10	10	10	10	10	14	4				68	20%
	Arquitectura												
	So. Estructurales Administración												
2	Área Urbano ambiental			4	4	4						12	4%
3	Área Extensión universitaria				3	3	3					9	3%
4	Área de proyectos	33	33	33	33	27	19	21	21	10	10	240	73%
	Área de Teoría e Investigación												
	Representación Gráfica												
												324	Total de créditos

Figura 32. Elaboración propia.

La tabla anterior muestra la carga de créditos de las 4 áreas del plan de estudios, cursado por un alumno en los 10 semestres.

*Es importante aclarar que el área de 'Tecnología', no tiene un nombre apropiado, porque el término tecnología se utiliza para hacer hincapié en el hecho de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación TIC.

Plan de Estudios Facultad de Arquitectura

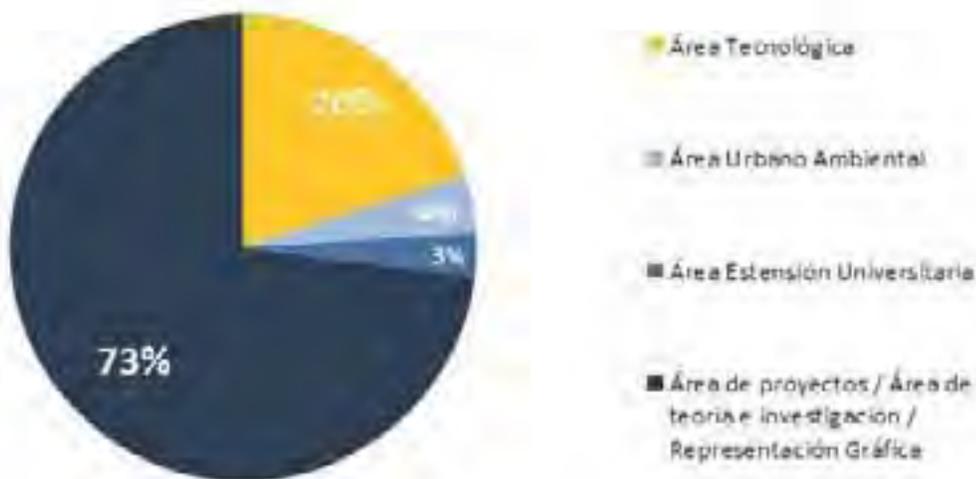


Figura 33. Plan de estudios Facultad de Arquitectura. Elaboración Propia

Los resultados del peso en créditos, en que se prepara más el alumno, —de la Facultad de Arquitectura— se muestran en la gráfica (figura 33), donde claramente el diseño arquitectónico y área de teoría representa la mayor carga con un 73% de la preparación de un alumno de arquitectura. Y un 23 % al área de tecnología que sólo incluye administración y construcción del proyecto arquitectónico.

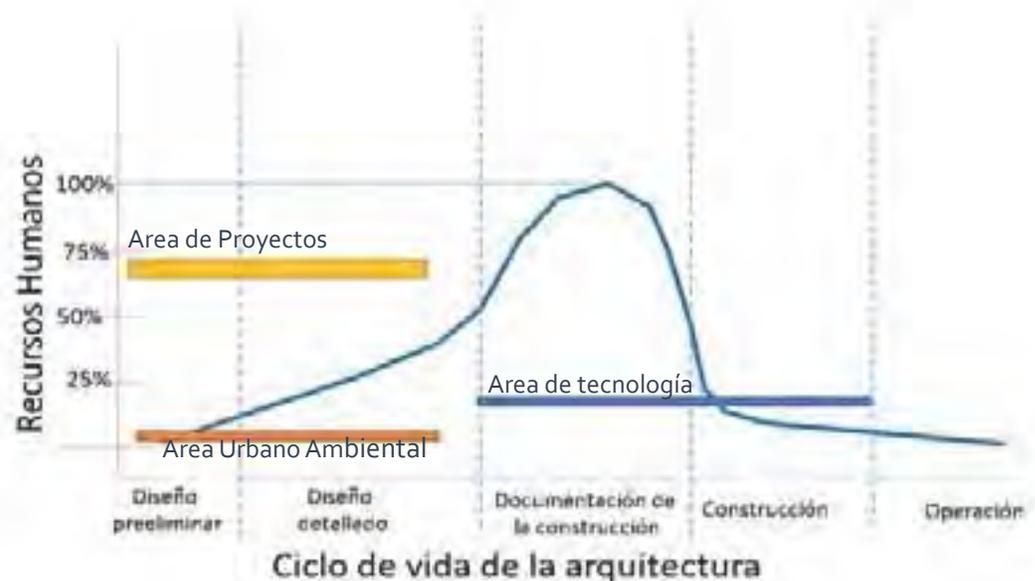


Figura 34. Carga del flujo de trabajo en el mercado laboral de AEC/O, Arquitectura, Ingeniería y construcciones VS. Cargas de créditos del plan de estudios de la Facultad de Arquitectura.

Es evidente que existe un desajuste entre el ámbito académico con relación al ámbito laboral; es decir, no existe una base bien estructurada que sustente el ejercicio de un profesional de la arquitectura, ante las exigencias del contexto actual. Sabiendo esto, se reafirma la idea de que la enseñanza de la metodología BIM es necesaria a nivel superior, en cualquiera de las universidades de México.

Existe un atraso desde hace años en los planes de estudios. Se precisa necesario que está investigación, más allá de ser un documento que fundamente una tesis, se utilice con el fin de beneficiar a generaciones futuras. Se pretende la colaboración de otros alumnos y de profesores para llevar más allá este análisis.

Enfoque BIM en el ámbito profesional

Entrevista al Ing. Carlos Ramos Larios.

Con 15 años de experiencia en implementación BIM en Latinoamérica. (Consultar entrevista en anexo)

Dentro de la investigación de este proyecto se realizó una entrevista al Ing. Carlos Ramos Lario, quien se ha desempeñado como académico durante 15 años. En México ha impartido clases en Monterrey, Universidad Iberoamericana, Instituto Tecnológico de la Construcción, UAM, UNAM, UA Nuevo León e IPN. En Brasil Universidad de Sao Paulo, UNICAMP. En Chile Universidad Católica, Universidad y Chile, por mencionar algunas. He tenido oportunidad de dar conferencias y cursos sobre BIM en más de 30 escuelas y facultades de Latinoamérica.

A continuación se exponen una serie de ideas y consideraciones que aportó el Ing. Carlos Ramos Larios al BIM a la tesis. La intención de la entrevista es ilustrar la relación que existe entre el campo laboral y académico, confirmando las ideas expuestas a lo largo de la investigación.

La pregunta inicial fue en referencia a cómo su primer acercamiento a la metodología BIM, y dijo lo siguiente: "como ingeniero civil, siempre tuve un especial interés en la simulación por computadora del comportamiento tridimensional y de las estructuras, de ahí nació mi interés por el BIM. De hecho, después del sismo de 1985 escribí algunos programas de computadora para revisar varios de los edificios más importantes de la Ciudad de México. En 2002, cuando Autodesk lanzó BIM como la estrategia de la empresa para los arquitectos e ingenieros, me pareció muy natural, y pensé que era lo que realmente estaba haciendo falta en ese momento."

Documentar los inicios de la metodología BIM es un aporte importante para el desarrollo de esta investigación.

Ha implementado la enseñanza del BIM desde 2002, cambiando el enfoque siempre. Al principio como una metodología para modelar en tres dimensiones, después como un proceso para integrar proyectos de arquitectura con ingenierías, y actualmente como un modelo de negocio para toda la industria de la construcción.

"Creo que el principal mensaje de BIM para la academia es de la integración de la industria de la construcción, tomando en cuenta tanto a arquitectos de diferentes especialidades, como a ingenieros de otras tantas especialidades. Hasta ahora la industria ha estado muy dividida, y por eso hay tantas ineficiencias. Esto es a nivel mundial. No es un problema exclusivo de México. Cuando se mira a otras industrias mucho más eficientes y mucho más productivas, como la aeroespacial, o la automotriz, queda claro que el camino de integración entre especialidades que han seguido poniendo al centro la tecnología, es la solución a muchos de los problemas de nuestra industria hoy."

Los retos para la academia son diversos, pero los principales son: la falta de información (muchos profesores y directivos siguen pensando que BIM es un software), el choque generacional, ya que no hay mucho interés en cambiar algo que se ha venido haciendo de la misma forma por varios siglos. Aquí hay que decir que la industria si tiene ese interés,

porque ya ha recibido buenos beneficios económicos de su aplicación. Y finalmente, la dificultad de cambiar planes de estudio para incluir a otras áreas. Por ejemplo, que los estudiantes de arquitectura trabajen en conjunto con los estudiantes de ingeniería por varios semestres. Así será en la vida real, pero la academia no lo facilita.

Finalmente añadió estar completamente de acuerdo en que la enseñanza BIM es fundamental en la academia. La razón es muy simple. En la actualidad existe una fuerte demanda por especialistas BIM. Basta ver el caso del nuevo aeropuerto. En el futuro esto aumentará considerablemente. Es una tendencia mundial.

Nuevos esquemas organizativos para metodología BIM

Es lógico que nuevos enfoques sobre el desarrollo, construcción y operación del proyecto arquitectónico, traerán nuevas oportunidades en la demanda de perfiles laborales y las estructuras organizacionales de las empresas. Como se muestra en la siguiente figura:

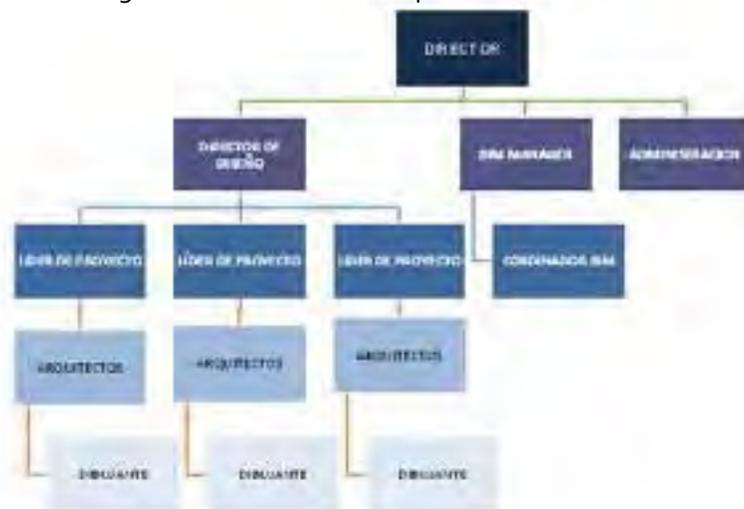


Figura 35. Estructura organizacional.

Actividades asignadas a cada uno de los nuevos perfiles laborales BIM

Esta es una tabla sobre la distribución de tareas asignadas en los 3 principales perfiles BIM.

Tarea	Strategic						Management				Production	
	Corporate Objectives	Research	Process & Workflow	Standards	Implementation	Training	Execution Plan	Model Audit	Model Coordination	Content Creation	Modeling	Drawings Production
BIM Manager	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N
Coordinator	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
Modeler	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y

Figura 36. Tareas principales de los tres perfiles BIM. (Updated to unify protocols outlined in AEC (UK) BIM Standard for Revit and Bentley Building).

BIM MANAGER:

Es uno de los nuevos perfiles, se encuentra el "BIM MANAGER" (encargado de proponer y ejecutar) y la metodología para el proceso de implementación.

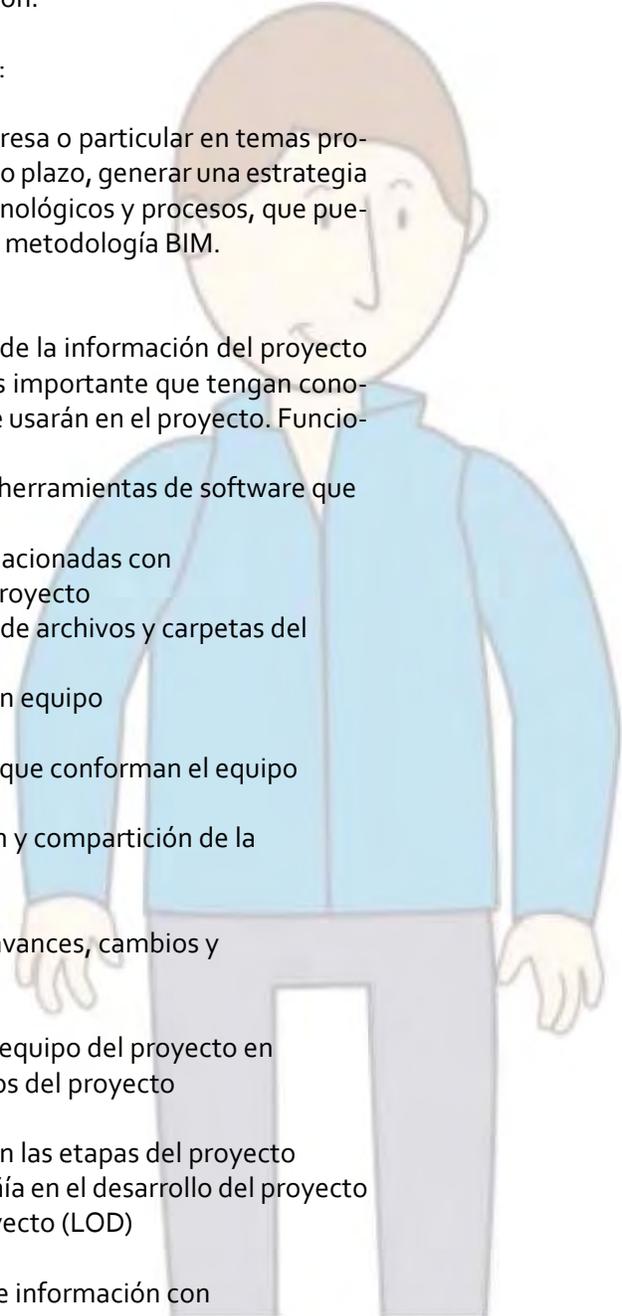
PERFIL Y ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL BIM MANAGER:

Esta persona se encarga de aconsejar y asesorar a una empresa o particular en temas profesionales y en la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo, generar una estrategia continua de trabajo optimizando los recursos humanos, tecnológicos y procesos, que puedan afectar o mejorar el desarrollo profesional en torno a la metodología BIM.

COORDINADOR BIM:

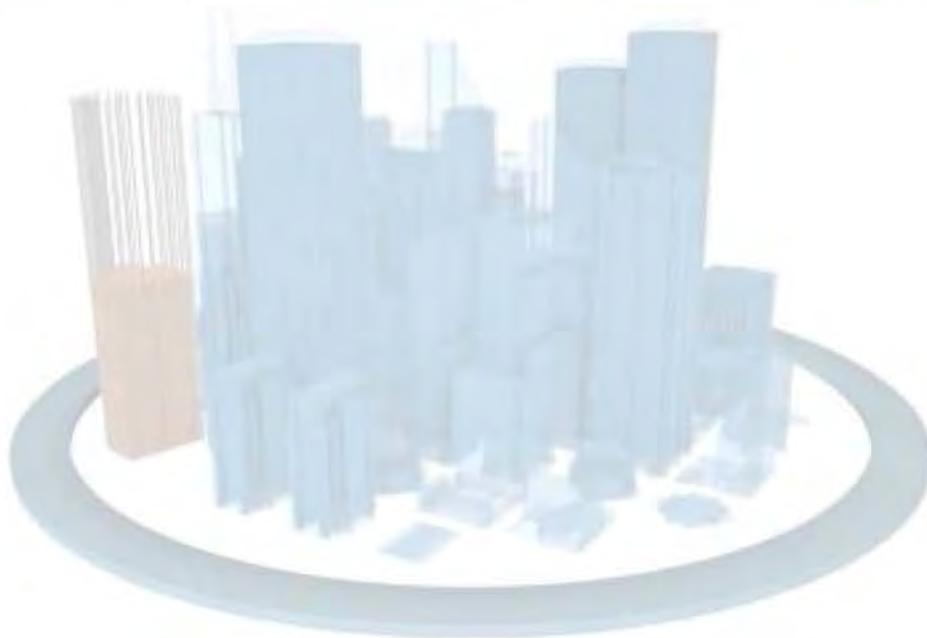
Tiene un rol administrativo, son responsables de la calidad de la información del proyecto y de la administración del equipo de trabajo. Por lo tanto es importante que tengan conocimientos sólidos sobre las herramientas de software que se usarán en el proyecto. Funciones:

1. Conocimientos de configuración y manejo de las herramientas de software que se usarán en cada etapa del proyecto
2. Conocer y apoyar el establecimiento de reglas relacionadas con
 - a. Organización de archivos y carpetas del proyecto
 - b. Establecimiento de Reglas para nombres de archivos y carpetas del proyecto
 - c. Configuración del software para trabajo en equipo
3. Organización del equipo de trabajo
 - a. Conocer aptitudes de los profesionales, que conforman el equipo de trabajo
 - b. Conocer los protocolos de comunicación y compartición de la información entre miembros del equipo
 - c. Organización de las actividades
 - d. Realizar seguimiento minucioso de los avances, cambios y estatus del proyecto.
4. Apoyo del BIM Manager
 - a. Retroalimentación del BIM manager y el equipo del proyecto en cuanto al seguimiento de todos los procesos del proyecto
5. Conocimiento del proyecto
 - a. El coordinador BIM debe saber cuáles son las etapas del proyecto en las cuales estará involucrada su compañía en el desarrollo del proyecto
 - b. Debe conocer el nivel de detalle del proyecto (LOD)
6. Conocimiento de Subcontratistas
 - a. Conocer los protocolos de intercambio de información con subcontratistas
 - b. Conocer las reglas para trabajar con subcontratistas
 - c. Revisión de información de subcontratistas



7. Generación de contenidos

- a. Seguimiento estrecho de información generada (librerías, estilos de elementos) más lo siguiente
- b. Generación de Guías para: organización de información del proyecto, asignación de nombres para los archivos del proyecto, protocolos de comunicación e intercambio de información, configuración de los archivos principales del proyecto, los procesos BIM en cada etapa del proyecto.



CAPÍTULO 3

Aplicación / Diagnóstico

Levantamiento de instrumentos para evaluación de los alumnos de la Facultad de Arquitectura, UNAM en relación a las TIC

El presente capítulo tiene como objetivo dar a conocer los resultados del cuestionario aplicado a los alumnos de la Facultad de Arquitectura con el objeto de evaluar las metodologías tecnológicas y la aplicación de ellas en los proyectos académicos. (Consultar cuestionario en el anexo). Los datos proporcionados pertenecen al laboratorio de Sistemas de Monitoreo Modelación Urbana y de Vivienda, SIMMUV, del Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje

Los alumnos a quienes se les aplicó el cuestionario, cursan el quinto semestre en adelante. Esto porque ellos poseen más conocimiento sólido respecto del tema. La figura 37 confirma la idea anterior, que un 86% de los alumnos a quienes se les aplicó la encuesta poseen conocimiento del diseño asistido.

¿Sabes que es el diseño asistido por computadora?



Figura 37. Gráfica del porcentaje de alumnos que conocen el diseño asistido.

¿Qué es para ti el diseño asistido?

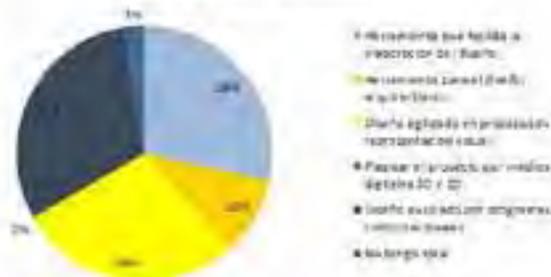


Figura 38. Porcentaje de percepción de alumnos.

El 31% de alumnos entienden el concepto de diseño asistido como aquel que es auxiliado por programas computacionales. Le siguen los que consideran al diseño como aquel que es agilizado en procesos de representación visual.

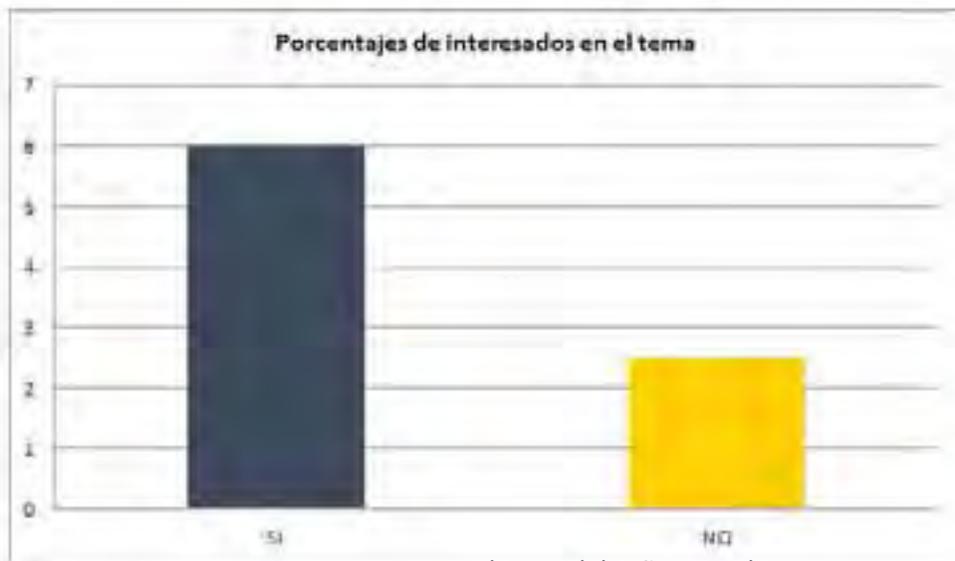


Figura 39. Interesados en el diseño asistido.

Los alumnos muestran gran interés por el diseño asistido. En otras palabras, existe el interés y la disposición del alumno para entender y aprender el tema, pero los datos confirman la idea de que el plan de estudios no está cubriendo esta necesidad e interés por parte de los estudiantes.

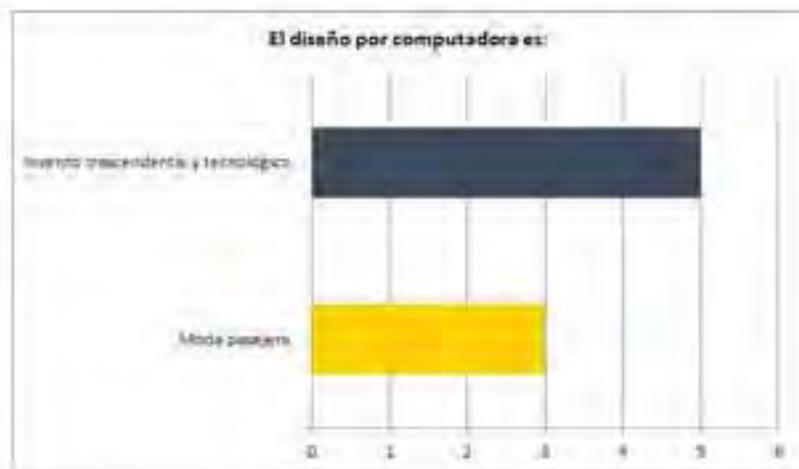


Figura 40. Porcentajes de diseño asistido por computadora.

Existe una desinformación en cuanto al uso del diseño asistido, porque a pesar de que existe la inquietud de aprender; al no existir los fundamentos sólidos de la utilización de este, algunos lo considera como una moda pasajera.



Figura 41. Porcentaje de áreas en que han aplicado el diseño asistido por computadora.

La figura 41 nos indica que el 37% de los alumnos ha utilizado el diseño asistido por computadora; le sigue los que lo han utilizado en la vida académica; después estudiantil y personal. Siendo el mínimo los que lo utilizan a nivel persona.



Figura 42. Uso de computadora para actividades de diseño arquitectónico urbano.

Indica el motivo por el cual no utilizas la computadora



Figura. 43 Porcentajes de motivos por los que no utilizan los alumnos la computadora.

Existen diversos factores por los cuales el alumno no utiliza la computadora. Sin embargo, lo recomendable sería que la mayoría de los alumnos utilicen las TIC, como una herramienta de la cual se puede obtener provecho.

Consideras que los planes de estudio te hacen competente para la actividad profesional



Figura 44. Percepción de los actuales programas de diseño.

Los resultados obtenidos al preguntar a los alumnos si consideraban que el plan de estudios los hace competentes a nivel profesional, es un tanto alarmante, ya que tenemos casi que la mitad considera que no y la otra mitad sí. La finalidad es que se renueve constantemente el plan de estudios, ante el contexto tan veraz y la tecnología que va a un paso acelerado.

Los resultados obtenidos con la encuesta nos arrojan datos que sustentan la idea fundamental de la que parte la tesis. Es decir, existe una brecha muy grande entre lo que se está aprendiendo en la academia y lo que ejerce un profesional de la arquitectura en el campo laboral.

El plan de estudios de la Facultad de Arquitectura no se ha modificado desde 1998. No podemos utilizar un plan de estudios con criterios de alumnos que se desarrollaban profesionalmente en otro contexto. Se precisa necesaria la integración de las necesidades de los alumnos por aprender lo que el campo laboral exige y las bases teóricas que lo sustentan.

Al mismo tiempo la cultura está involucrada en el desarrollo profesional de cualquier área del conocimiento. Ante las exigencias del contexto y al mismo tiempo las herramientas que nos están proporcionando las TIC, nace el afán por ser disciplinario, creando así un avance constante en campos del conocimiento como la Arquitectura.

CAPÍTULO 4

Propuesta

En los anteriores capítulos pudimos hacer un recorrido sobre lo que significa el BIM para la arquitectura así como sus diferentes aplicaciones. Ahora es momento de dejar la reflexión, y hacernos diferentes cuestionamientos como el de para dónde va la arquitectura.

Y lo más importante que nos atañe: ¿para dónde están yendo los actuales programas educativos de arquitectura en México?. Sin excluir del análisis a países donde no han puesto atención en estos problemas.

Este documento así trata de dejar evidencia del nuevo rol del arquitecto como especialista es el de la gestión del proyecto arquitectónico en su ciclo de vida (gestor de la información arquitectónica); sin embargo este es un puesto que ha recorrido el tiempo desde que el objeto habitable albergo un sistema de creencias. En donde se requerían el estudio profundo de este objeto (surgiendo la arquitectura con arquitectos), entonces el arquitecto era un intelectual con pensamiento interdisciplinario, que podía hacer proyecciones del objeto a partir de la información que podía procesar en su medio y con sus mecanismos, sin más herramientas poderosas que las de sus modelos mentales.¹⁶

En ese tiempo el intelectual no tenía forma de conceptualizar el ciclo de vida de un edificio, porque en muchas ocasiones el edificio duraba en construirse el triple de lo que el arquitecto vivía, el intelectual no tenía forma de ver concluido sus edificios o verlos en operación. Con la evolución de las metodologías y técnicas de producción de masas en los últimos siglos cada vez fueron reduciendo el tiempo de ejecución de un proyecto se hizo indispensable la alta especialización. Y el antes intelectual con pensamiento interdisciplinario, se convirtió en un especialista unidisciplinario. Fue entonces cuando el arquitecto pasó a ser informal y poco serio, llegando a fragmentar el sistema y unidad del objeto-conocimiento del objeto- y estos dos conceptos con el medio que los rodea.

Con el pensamiento sistémico, se puede volver a unir el sistema fragmentado del objeto, con el sujeto dado que visualiza el todo de forma interdisciplinaria.

En la actualidad el medio y los mecanismos (tecnología) aceleraron los procesos en la forma en la que se ve la arquitectura. En donde la visión interdisciplinaria se fue desdibujando a partir del capricho del arquitecto (como artista), así mismo se fue desdibujando el conocimiento y la reflexión en la abstracción de un intelectual con la necesidad y el intelectual con la materialización.

Para el arquitecto como intelectual, no puede seguir siendo la misma forma de producir el proyecto ahora tiene la oportunidad de conceptualizar el todo de manera interdisciplinaria de nueva cuenta.

A continuación se enlistan los requisitos comunes BIM 2012 para la persona responsable del Proyecto la cual debe tener amplio dominio de los principios y requisitos del BIM.

- Parte general
- Modelado del estado actual
- Diseño arquitectónico
- Diseño de instalaciones MEP

¹⁶ Es un mecanismo del pensamiento mediante el cual un ser humano, u otro animal, intenta explicar cómo funciona el mundo real. Es un tipo de símbolo interno o representación de la realidad externa, hipotética, que juega un papel importante en la cognición.

- Diseño estructural
- Aseguramiento de la calidad
- Mediciones BIM
- Uso de modelos de visualización
- Uso de modelos en análisis de instalaciones MEP
- Análisis energético
- Gestión del Proyecto BIM
- BIM para mantenimiento y operaciones
- Uso de modelos durante la fase de construcción
- Uso de modelos en la supervisión de edificios.

Perfil de un alumno entrenado en la metodología BIM

Desarrollo del actual pensamiento subjetivo desarrollo filosófico, inclusión de la teoría de sistemas y visión interdisciplinaria, como concepto construido de la lista anterior sobre la persona responsable de un proyecto bajo la metodología BIM y de las actividades tareas desempeñadas de los nuevos perfiles laborales BIM. A continuación se enlista una serie de requerimientos intelectuales.

- Visión holigárquica
- Sepa relacionar grandes cantidades de información
- Comprenda y entienda los conceptos contemporáneos de los nuevos paradigmas
- Reconozca la diferencia entre metodología, método y técnica (herramienta)
- Sin resistencias tecnológicas
- Pensamiento científico
- Cultura de organización, en trabajo colaborativo, *interdisciplinaria

Líneas y estrategias de acción para la implementación BIM en los planes de estudio de arquitectura

Hay que tomar en cuenta que: "No hay nada más difícil de emprender, ni más dudoso de hacer triunfar, ni más peligroso de administrar que la elaboración de un nuevo orden."

Nicolás Maquiavelo

Las estrategias para la incorporación de nuevas metodologías tecnológicas en el sector de la construcción y en los planes educativos son de gran importancia para preparar y fortalecer el mercado interno que es el que provee las fuentes de empleo.

Arcadis, la empresa consultora de gestión de empresas en diseño e ingeniería a nivel mundial, establecida en Inglaterra realizó un informe sobre la estrategia del BIM en México a nombre de la embajada del Reino Unido en Ciudad de México, como una contribución al desarrollo de las estrategias para la implementación del BIM en México. Con el objetivo de compartir experiencias sobre la implementación del BIM en el Reino Unido con los tomadores de decisiones. Asimismo establece una lista de recomendaciones para

los siguientes pasos de la implementación BIM en México y que son aplicables a la implementación en un plan de estudios, en específico de la facultad de arquitectura, UNAM. (ver anexo 2).

En este documento se establece que la implementación de una estrategia exitosa necesita un objetivo claro, una solución técnica trabajable que cuente con recursos y que pueda ofrecerse dentro de una escala de tiempo medible.

Reconociendo el alto potencial del BIM en México, que incluye la posición de liderazgo que goza el ramo de AIC en México dentro de la amplia gama región de América Latina, si se considera que pueden utilizarse las herramientas y las normas desarrolladas en el Reino Unido y en otros mercados como modelos para procesos y normas que deberán adoptarse en México con el fin de alcanzar el valor total del BIM.

Una estrategia de tipo BIM se enfrenta a un desafío en particular en términos de que la mayoría de los componentes de la estrategia necesitan ser altamente técnicos y detallados y, en su mayoría, interesantes.

Las recomendaciones son aplicables para la implementación en los planes de estudio ya que se deben tomar los siguientes puntos:

- ¿Qué se necesita?-El objetivo de la estrategia
- ¿Para quién es?- Los actores
- ¿Qué es?-Las características principales de la estrategia
- ¿Cómo se va a desarrollar?-El plan de implementación
- ¿Cuándo se va a producir?- El programa de implementación

Por qué	Meta de mejorar el desempeño del ramo Usos del BIM para mejorar el desempeño
Quién	Principales clientes de construcción Diseñadores y contratistas Organizaciones del ramo de la construcción
Qué	Plan de acción para la adopción del BIM Procesos estándar para proyectos Mandato en tiempo para la adopción del BIM
Cómo	Estrategia de oferta y demanda Mandato normativo o del sector público Grupo de implementación
Cuándo	Victorias rápidas Plan de acción a largo plazo

Figura 45. Requisitos funcionales de una estrategia de tipo BIM. (Fuente Arcadis)

Resolviendo estas preguntas en lo que atañe a la implementación BIM en escuelas de arquitectura.

¿Qué se necesita?

El objetivo de la estrategia de la implementación del BIM en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura es influir, capacitar y asesorar a alumnos de Arquitectura y del sector de la construcción del alcance de la metodología BIM, afines al BIM es que al haber un mercado que pide la actualización sobre el uso y desarrollo de nuevas técnicas por parte de los recursos humanos que puedan operar los mercados que ya solicitan o trabajan sobre este esquema. Es por ello que la implementación no debe ser más importante a nivel profesional, resulta igual de importante su implementación en los planes de estudio para que los alumnos puedan incorporarse de manera rápida y con la mejor preparación. El cuál es el objetivo principal de cualquier plan de estudios de las universidades en el mundo.

¿Para quién es?

Actores: Para alumnos de arquitectura y afines al sector de la construcción en México y el mundo.

¿Qué es?

Las características principales de la presente estrategia es percibir, informar, orientar, despertar el interés de los alumnos, cómo dar un instrumento base a la facultad de arquitectura y a la EPSEB con el fin de introducir una primera materia optativa con respecto al tema y posteriormente con un grupo de investigación se pueda generar estrategia de implementación BIM como columna vertebral en la preparación del alumno.

¿Como se va a desarrollar?

Con un plan de implementación a corto, mediano, largo plazo.

¿Cuando se va a producir?

Siguiendo las siguientes fases:

- Diagnóstico, homologación y adaptación
- combate a las resistencias:
- Seminarios de actualización docente. Percepción
- curso obligatorio y curso selectivo, talleres

ÁREA DE TECNOLOGÍA, CURSO OPTATIVO

Perfil del docente

El profesor del Área de Tecnología deberá desarrollar habilidades y capacidades para concebir el fenómeno metodológico de la gestión del proyecto-arquitectónico en su ciclo de vida, como un conocimiento complejo e integral a partir de su práctica arquitectónica con el fin de optimizar todo el proceso.

Desarrollará capacidades y habilidades para pensar, reflexionar y a su vez construir los conceptos, fundamentos, categorías y estructuras teóricas- metodológicas y técnicas-metodológicas aplicados al ciclo de vida de un edificio.

Tendrá que procurar un conocimiento interdisciplinario de la arquitectura, en el que materias como: las Tics, la historia de las ciencias, pensamiento sistémico, optimización de proceso, la economía, la sociología le permitan profundizar y ampliar su cultura arquitectónica y aportar nuevos enfoques en el área.

El docente deberá desarrollar un criterio independiente que le permita sostener una postura crítica respecto a las visiones tradicionales, con alta capacidad tecnológica.

Profesional que ha ejercido la práctica profesional en los campos de las industrias AEC/O. Pudiendo tener desarrollada la perspectiva del ciclo de vida de las construcciones de manera teórica y práctica, así como los conceptos de eficiencia y eficacia. Tendrá que desarrollar la capacidad de poder ordenar cantidades de información y poder abstraer-sintetizar metodológicamente dicha información.

Deberá conocer los alcances tecnológicos con las metodologías de las TIC aplicadas a los procesos de producción arquitectónico. Deberá saber los recursos tecnológicos para la organización de flujos y equipos de trabajo en sistemas de redes.

Didáctica del área

- Se deberá promover la dinámica participativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje
- Estudiantes y profesores tomarán en cuenta los nuevos medios audiovisuales y de cómputo para enriquecer la presentación de materiales
- Se desarrollarán en clase actividades de seminario a través de grupos de colaboración, trabajo en equipo. En tiempo real

Forma de evaluación

La evaluación del aprendizaje y la enseñanza será un proceso permanente. Al inicio del ciclo escolar se hará una evaluación diagnóstica, cuyo diseño será decidido por el profesor del grupo, a través de diferentes mecanismos que permitan al docente tener una percepción lo más certera posible del nivel académico del grupo, de la mayoría de los estudiantes y/o de los casos particulares, con el fin de que la planificación inicial se pueda ajustar para el mayor aprovechamiento de los estudiantes.

CLAVE:	---
ASIGNATURA:	INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA BIM EN EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO
CARRERA:	Licenciatura Arquitectura
SEMESTRE:	Primer
ETAPA DE FORMACIÓN:	Básica
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	Tecnología, investigación, Teoría, historia
CARÁCTER:	Optativo
TIPO DE ASIGNATURA:	Técnica/Práctica
MODALIDAD:	Seminario
HORAS/SEMANA/SEMESTRE:	1
CRÉDITOS:	4
ASIGNATURA PRECEDENTE:	Ninguna
ASIGNATURA SUBSECUENTE:	Ninguna

Metodología de aprendizaje:

Se proponen dos enfoques para la enseñanza de esta asignatura selectiva uno teórico y otro práctico, alternando una semana para uno y la otra semana para el otro.

Temario del enfoque Teórico

1. Introducción al BIM

- 1.1 Qué es el BIM para la arquitectura
- 1.2 Panorama internacional
- 1.3 Contexto histórico de la incorporación de las TIC a los procesos de producción arquitectónica.
- 1.4 Aplicaciones y Casos de estudio

3. Esquemas metodológicos de colaboración en el ciclo de vida de Arq

- 3.1 Nuevos roles en la gestión del proyecto arquitectónico
- 3.2 Tipos de proyectos: Arquitectónicos, Estructurales y MEP
- 3.3 Diagrama del flujo de trabajo en el ciclo de vida de un edificio

2. El ciclo de vida de un edificio bajo la metodología BIM

- 2.1 Enfoque de integración del proyecto arquitectónico, del 1D al 8D
- 2.2 Esquemas de interoperabilidad de plataformas tecnológicas

4. Estandarización y bases de datos inteligentes

- 4.1 Organización y jerarquización de información de las bases de datos
- 4.2 Niveles de detalle LOD100-700

Temario para el enfoque práctico

1. Interfaz de Revit

- 1.1 Tipos de proyectos, tipos de plantillas
- 1.2 Configuración inicial
- 1.3 Visualización del proyecto

3. Modelado arquitectónico básico

- 3.1 Emplazamiento, superficie topográfica
- 3.2 Muros, puertas, ventanas, pisos, plafones

2. Aplicación mediante Revit colaborativo

- 2.1 Niveles de desarrollo LOD con niveles de detalle Revit en la evolución del proyecto.
- 2.2 Trabajo colaborativo por: Vinculación de proyectos o por la herramienta collaborate.

4. Tipos de parámetros

CONCLUSIONES

Actualmente existen las condiciones en el ejercicio profesional en las que el diseñador ya no se encuentra únicamente frente a un medio de representación arquitectónica digital o material. La infraestructura digital ha permitido interpretar y analizar la información sistemática y compleja a través de estructuras en flujos de información. Esto es gracias a los llamados sistemas dinámicos, como es el caso de su aplicación en la metodología BIM, los cuales ofrecen una metodología y filosofía que visualiza al mundo en términos de procesos dinámicos y sus resultados.

En la terminología de Kuhn (Kuhn, 1996) ofrece un cambio de paradigma para el ejercicio profesional del sector AEC. Para los profesionistas del sector, en especial del diseñador implica la reconsideración de la estática del artefacto y de las acciones que manipula.

Vivimos en una época que se presenta como un reto a las nuevas generaciones, donde los recursos tecnológicos nos dejan en evidencia que el hacer arquitectónico —como ha venido sucediendo en décadas pasadas— ya no tiene por qué ser un problema para el medio ambiente, estos recursos tecnológicos no solo nos ayudan a la experimentación (que nos ayudan a corregir en tiempo real los problemas que se nos presentaban a la hora de materializar nuestros proyectos) si no que podemos experimentar también con todo el ciclo de vida de la arquitectura, con estudios cada vez más eficientes de impacto ambiental en este ciclo.

Por otro lado, es obligación de las universidades públicas ponerse al corriente no solo en cuestión de recursos humanos también de los planes de estudio. No forma profesionales competentes, dejan huecos sustanciales la preparación académica, que no facilita la incorporación al mercado laboral.

El BIM está relacionado con el pensamiento sistémico, y comúnmente al pensamiento sistémico trata de resolver los conflictos que ocasionan los sistemas defectuosos. Yo veo al BIM como una medicina que cura diferentes problemas del “todo arquitectónico” en diferentes escalas y en diferentes significado. Por un lado el rezago intelectual y deficiencia del sujeto en el ejercicio profesional contemporáneo. La falta de competencia en el ejercicio profesional a nivel internacional, un abanico de nuevas oportunidades. Y la medicina a los daños ocasionados al medio ambiente ante acciones irresponsables del hombre, al único que le seguirá costando y quien no tiene beneficios ni retorno de inversión es el medio ambiente. La sustentabilidad sólo se genera a través del pensamiento sistémico.

De manera que BIM no solo es la aplicación de un software complejo en los procesos de producción arquitectónica.

El BIM en toda su dimensión es igual a una ecuación:

BIM = Proceso_Metodológico + Cultura + Recursos_tecnológicos

En donde se entiende proceso metodológico por la gestión, análisis, ejecución, operación y mantenimiento de la obra arquitectónica

Cultura engloba

Recursos metodológicos comprende tanto hardware como software

En toda la ecuación BIM mayor porcentaje se centra en el proceso metodológico de gestión y análisis del proyecto y menor porcentaje son recursos tecnológicos por múltiples razones:

Este concepto metodológico de abordar no solo el proyecto de manera lineal se abre para analizar el proyecto de manera cíclica dentro de lo que ahora se llama "Ciclo de vida de las construcciones" en donde se analiza el ciclo en función de su totalidad

El término es más complejo por ser un cambio de paradigma (Thomas Kuhn define el cambio de paradigma a una nueva manera de ver las cosas, considerar lo que antes no se tomaba en cuenta). Pues estamos hablando de una segunda revolución CAD (Diseño Asistido por computadora), modificando no solo las herramientas de producción arquitectónica sino la manera en la que interactuamos con ellas con el proceso cognitivo que implica.

En la realidad de nuestros tiempos, no como percibieron los que habitaron el planeta siglos pasados; sino con la implementación de toda la gama de recursos tecnológicos que aceleran los procesos. Nos enfrentamos a la posibilidad de simular y experimentar ciclos completos de construcciones EN PLATAFORMAS VIRTUALES, realidad virtual aumentada, sin que se hayan materializado antes, como una ida al futuro para ver posibles fallas y de manera preventiva, hacer ajustes y reajustes.

No podemos utilizar un plan de estudios con criterios de alumnos que se desarrollaban profesionalmente en otro contexto. También está involucrada la parte cultural. El BIM es una metodología para optimizar los procesos de producción en serie del ciclo de la vida de arquitectura. En donde se requiere repetición de procesos. Debemos ser gestores de la información arquitectónica. Todo apunta a la interdisciplinariedad y exige al Arquitecto retomar todos los elementos de las partes. Hace falta la integración de conceptos para una comprensión del todo y de las partes. Justamente la metodología nos proporciona una serie de fundamentos a manera de pasos a seguir que describen la exigencia de todo proceso.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BDS: Building Description System

BIM: Building Information Modeling

IFC: Industry Foundation Classes; es el requisito básico de la transferencia de datos abierta en los proyectos de construcción.

COBIE (España): Intercambio de Información de Operaciones de construcción del Edificio. Es otro estándar de transferencia de datos abierto, apoyado y complementando el formato IFC. Con el objetivo de ahorrar en el proyecto de construcción la información necesaria para facilities management. Apunta a la sencillez. Aún no está en uso en España. (Guía de usuarios BIM. Buildingsmart chapter pag. 23.)

UBL: Universal Business Language. Es un ejemplo de la transmisión de las solicitudes de servicio y mensajes de tareas de mantenimiento.

COBIM (Finlandés): Conjunto de documentos sobre requisitos comunes BIM elaborado en Finlandia y que sirve de base para el UBIM español. (guía de usuarios BIM. Tomo 12. Glosario de términos.)

AEC/O: Industria de Arquitectura, Ingeniería, Construcción y operaciones

IPD: Integrated Project Delivery, Se trata de una alianza de colaboración entre personas, sistemas, estructuras de negocio y prácticas en un proceso que aprovecha los talentos y puntos de vista de todos los participantes para optimizar el resultado del proyecto, aportar mayor valor al propietario, reducir los residuos, maximizar la eficiencia a lo largo de todas las fases del diseño, fabricación y construcción. Definida por el instituto americano de arquitectos (AIA). (Spanish journal BIM, Pag 7, 2016).

Agentes: Stakeholders: Conjunto de personas que intervienen o tienen intereses en cualquier proceso de edificación. Guía de usuarios BIM. Glosario de términos, documento 12.

BIM Manager o coordinador BIM: Persona de la organización del proyecto encargada de que el modelo combinado de todas las disciplinas sea coherente y se ajuste a las reglas o normas aplicables. Guía de usuarios BIM. Glosario de términos, documento 12.

BIM Modeller: Modela aquellos usos del BIM que no requieren esfuerzo de diseño, como son la creación de modelos BIM para la coordinación de proyectos desarrollados con CAD o la ejecución de tareas concretas, como son la secuenciación de fases de construcción. Según su especialización, puede adquirir nombres diferentes como el de Cost Modeler. Su especialización es la capacitación en el uso de herramientas de modelado BIM específicas.

BIM Analyst: Desarrolla análisis y simulaciones basadas en modelos BIM usando herramientas específicas para ello. Sus ámbitos de actuación van desde el análisis del comportamiento energético hasta el control de costes, pasando por la simulación de circulaciones.

BIM Expert: Acostumbra a actuar como asesor en implementaciones BIM innovadoras. Puede tener un perfil especializado en una disciplina en concreto pero normalmente se trata de un profesional con experiencia en el desarrollo de procesos de innovación tecnológica que es capaz de aplicar sus conocimientos para desarrollar un uso BIM nuevo.

BIM Manager: Responsable de coordinar los diferentes equipos BIM que trabajan en un proyecto y de establecer las condiciones de contorno que deben asegurar que su trabajo sea compatible entre sí. Trabaja codo con codo con la propiedad y su Project Manager a fin de ajustar las prestaciones del BIM con los requerimientos del proyecto. Requiere conocimientos relativos al Project Management y a los protocolos de interoperabilidad entre plataformas, así como las posibilidades reales de cada una de ellas de alcanzarlos. También debe saber cómo establecer protocolos de ejecución BIM compartidos entre las partes.

BIM Developer: Programador especializado en desarrollar funciones especiales que no están disponibles en las soluciones de software estándar. Es un perfil muy demandado en las organizaciones con un cierto nivel de implementación BIM que desean extraer un mayor rendimiento de las herramientas que usan. Debe estar dirigido por un BIM director a fin de que el alcance de las funcionalidades que implemente sea el adecuado.

BIM Coordinator: Coordina el trabajo dentro de una misma disciplina a fin de que se cumplan los requerimientos acordados con el BIM Manager. Esto incluye llevar a cabo procesos de Quality Check de los modelos BIM a fin de que su contenido sea compatible con los del resto de disciplinas. Debe tener conocimientos específicos sobre las herramientas que se manejan en su organización a fin de poderlas usar como herramientas de coordinación. Se ocupa también de que los modelos tengan la tipología más adecuada a fin de que sean fácilmente procesables por otros agentes.

Facility management: es la gestión de los edificios y sus servicios. Los servicios suelen dividirse en hard services y soft services. Los primeros incluyen tareas como asegurarse de que el aire acondicionado de un edificio funciones de forma eficaz, fiable, segura y legal. En los soft services encontramos actividades como asegurarse de que se haga la limpieza del edificio de forma regular, o controlar el trabajo de los contratistas (por ejemplo, constructores, electricistas). Extracto: Wikipedia 30.03.16

Interoperabilidad: la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada (IEEE,1990). (Spanish journal BIM, Pag 5, 2016).

As-built: Acorde al proyecto de construcción
Check list:

BIM de inventario: Un modelo de un edificio existente, basado en los dibujos, levantamientos y posiblemente, la medición de los espacios y elementos de construcción. (se describen en detalle en la serie 2, modelado inicial situación) ... guía de usuarios BIM. Buildingsmart chapter pag. 23.

QA, quality Assurance: Conjunto de medidas y actuaciones que se aplican a un proceso para comprobar la fiabilidad y corrección de los resultados.

Análisis de ciclo de vida (LCA): Life cycle Análisis: Metodología para evaluar los impactos acumulados, básicamente de emisiones. Que puede generar un determinado objeto a lo largo de todas las etapas de su existencia (génesis, fabricación, distribución, uso y desecho)... guías BIM, tomo 12. Glosario de términos.

Análisis de impacto ambiental: El impacto ambiental se analiza en base a los elementos

BIM del modelo arquitectónico y al sistema BIM del MEP. El análisis de los impactos ambiental se puede utilizar para evaluar el consumo de energía, el consumo de la "materia prima"(materiales de construcción), las emisiones de la construcción y la vida útil de los elementos constructivos. Los resultados obtenidos mostrarán las características de la solución del diseño. La cantidad de información contenida en el MEP y los elementos constructivos BIM pueden ser utilizados para este análisis.

Dado que el consumo de energía del edificio es aproximadamente el 80% de la totalidad del impacto ambiental, incluso la simulación de energía, por sí sola, a menudo es suficiente para representar el impacto ambiental. Cabe señalar sin embargo, que a medida que la energía del consumo disminuye, la importancia relativa de los impactos ambientales ligados a los sistemas estructurales y MEP aumentará en consecuencia.

Guía de usuarios BIM. Tomo 9. Pag. 14.

El nivel de Detalle LOD (Level Of Detail): corresponde a la evolución lineal de la calidad y riqueza de información de un proceso constructivo; siempre aumenta con el tiempo se refiere desde el modelo del proyecto, los costes/presupuestos hasta la planificación temporal El nivel de desarrollo (Level of Development): Define el nivel de desarrollo o madurez de información que posee un elemento del modelo, y este es la parte de un componente, sistema constructivo o montaje del edificio. Madrid (Javier, 2013)

Modelo Central. Es el archivo maestro de proyecto para un proyecto compartido. El modelo central almacena la información actual de propiedad para todos los elementos del proyecto y actúa como punto de distribución para todos los cambios publicados en el archivo

FUENTES DE CONSULTA

Aproximación al BIM

<http://reyero.nl/es/node/96>..... Diseñador Técnico Freelance

Ubicado en Haarlem, Países Bajos.

Software de Diseño 3D, un poco de historia <http://laarquitecturadelobjeto.com/2013/12/09/software-de-diseno-3d-un-poco-de-historia/>

Revit 2010

Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies

Jason Underwood (University of Salford, UK) and Umit Isikdag (Beykent University, Turkey)

Release Date: December, 2009. Copyright © 2010. 757 pages.

<http://www.igi-global.com/book/handbook-research-building-information-modeling/37234#table-of-contents>

The Business Value of BIM in North America, Multi – year trend analysis and user ratings (2007 - 2012)

<http://bimforum.org/wp-content/uploads/2012/12/MHC-Business-Value-of-BIM-in-North-America-2007-2012-SMR.pdf>

National BIM Report 2013 Inglaterra.

<http://www.thenbs.com/pdfs/NBS-NationlBIMReport2013-single.pdf>

Informe de Oportunidades en el sector de la construcción. "El BIM y las nuevas STARTUPS"
Barcelona España <http://www.apabcn.cat/documentacio/Borsa%20Treball/informe-opor-tunidades.pdf>

Tesis: interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno. La Ville Savoye. file:///F:/barcelona/upc/investigacion%20y%20productos%20del%20intercambio/archivos%20de%20investigacion%20bim/GOBIERNO/espa%C3%B1a%20tesis%20GomezFernandez_Ivan_TFG_2013.pdf

En 2015 BIM, congreso internacional de BIM valencia (<http://www.eubim.com/2015/eubim.html>).

Escuela profesional de nuevas tecnologías de Madrid (<http://cice.es/curso/carrera-profesional-de-arquitectura-bim-e-infografia-hiperrealista-oficial-de-autodesk-tai/>).

nuevas fuentes marzo 2016

Hay trabajo en el sector de la arquitectura al Norte de Europa.
<http://ovacen.com/trabajo-sector-arquitectura-norte-europa/>

12th Economic Trends Survey of the Impact of Economic Downturn
<http://ovacen.com/wp-content/uploads/2014/02/expectativas-de-la-arquitectura-en-europa.pdf>

Estrategia del BIM para México, recomendaciones para el desarrollo de la estrategia, Simon Rawlinson

ANEXO 1:

Noticias importantes:

En financia RAKLI (La asociación Filandesa de Propietarios de Edificios y Construcción) tiene como objetivo promover la puesta en marcha de la transferencia de datos abierta. Un grupo de organizaciones y proveedores de software en el negocio de bienes raíces ha participado en la elaboración de las directrices.

BIM fórum: asociación de varias entidades estadounidenses (AGC, AIA) para facilitar y acelerar el uso del BIM.

BSA Building Smart Alliance: Asociación sin ánimo de lucro que pretende mejorar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de los estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM y de modelos de negocio orientados a la colaboración para alcanzar nuevos niveles en reducción de costes y plazos de ejecución.

UBIM: Iniciativa nacida en 2013 en España para elaborar unos documentos guía para facilitar la implantación y el uso del BIM en España.

COBIM: documento elaborado por Building Smart Finland en el año del 2012. El cual ha sido adaptado a la casuística de España.

DWF. Iniciales de Desing Web Format (formato de dibujo web). Formato de archivo muy comprimido que se crea a partir de un archivo DWG. Los archivos DWF se pueden publicar y visualizar fácilmente en la web.

DXF. Iniciales de drawing interchange format (formato de intercambio de dibujos). Formato de archivo ASCII o binario empleado por los archivos de dibujo de AutoCAD para exportar dibujos de AutoCAD a otras aplicaciones o para importar dibujos desde otras aplicaciones DWF y DWG.

HDI

Iniciales de Heidi Devce Interface (Interfaz de Dispositivo Heidi. Interfaz para los controladores de dispositivos de desarrollo necesaria para que funcionen los distintos periféricos empleados con autocad y otros productos de Autodesk)

IGES

Iniciales de Initial Graphics Exchange Specification (Especificación inicial de intercambio de gráficos). Formato estándar ANSI empleado en la representación digital e intercambio de información entre sistemas CAD/CAM

ObjectARX (autocad Rutime Extension)

Entorno de programación de lenguaje compilado para desarrollar aplicaciones de Autocad.

ANEXO 2:

Recomendaciones Acadis para el desarrollo de una estrategia entregable del BIM para México :

Recomendación 1: Concentrarse en victorias rápidas con BIM, las cuales ofrezcan beneficio inmediato a los usuarios y a los clientes y que fomenten una adopción más extendida.

Recomendación 2: El contenido de la estrategia del BIM debe considerar tecnología, proceso y cultura.

Recomendación 3: La estrategia del BIM debe atender los intereses y las necesidades específicas de los clientes y proveedores.

Recomendación 4: Crear una fundación para el trabajo colaborativo. Deben desarrollarse procesos y normas para facilitar un mejor intercambio de información por parte de equipos de proyectos así como aumentar la productividad del ramo.

Recomendación 5: Los clientes del sector público deben planear y desarrollar con anticipación las habilidades para definir y usar los datos que se tienen en el BIM.

Recomendación 6: La implementación de la estrategia BIM debe ser una consideración principal; las recomendaciones deben ser asequibles.

Recomendación 7: Una estrategia de BIM para México debe realizarse en fases, lo que permite tener tiempo suficiente para el desarrollo de habilidades, capacidades y procesos para que pueda alcanzarse el completo potencial del BIM.

