COMPILACIÓN DE
ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA
PARA EL DISEÑO

2021

ISSN: 2007-7564

Universidad Autónoma Metropolitana
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

CYAD

Procesos y Técnicas de Realización

Administración y Tecnología para el Diseño
Investigación

División de Ciencias y Artes para el Diseño

COMPILACIÓN DE ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA EL DISEÑO

Universidad Autónoma Metropolitana
Casa abierta al tiempo
Azcapotzalco

CYAD
Ciencias y Artes para el Diseño

Administración y Tecnología para el Diseño
Investigación

Procesos y Técnicas de Realización

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
RECTOR GENERAL
Dr. José Antonio De Los Reyes Heredia

SECRETARIA GENERAL
Dra. Norma Rondero López

UNIDAD AZCAPOTZALCO
RECTOR DE UNIDAD
Dr. Oscar Lozano Carrillo

SECRETARIA DE UNIDAD
Dra. Yadira Zavala Osorio

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
DIRECTOR
Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas

SECRETARIA
Mtra. Areli García González

DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y TÉCNICAS DE REALIZACIÓN
JEFE DEL DEPARTAMENTO
Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón

ÁREA DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA EL DISEÑO
JEFE DEL ÁREA
Dr. Jorge Rodríguez Martínez

COORDINADOR DE LA PUBLICACIÓN
Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

EDITORES
Dra. Aurora Minna Poó Rubio
Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

DISEÑO Y FORMACIÓN EDITORIAL
Karla Alexia Mayoral Tena

CORRECCIÓN DE ESTILO
Dra. Aurora Minna Poó Rubio
Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

PORTADA
Giancarlo Di Marco

FOTOGRAFÍA
Giancarlo Di Marco (giancadm.com)

COMPILACIÓN DE ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Compilación de Artículos de Investigación. Año 11, Número 11, abril 2021 a diciembre 2021, es una publicación anual editada por la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, Área de Investigación Administración y Tecnología para el Diseño. Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex-Hacienda San Juan de Dios, Del. Tlalpan, C.P. 14387, Ciudad de México y Av. San Pablo Número 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Alcaldía Azcapotzalco, C.P. 02200, Ciudad de México.

Teléfono
53189482.

Página electrónica de la revista
http://administracionytecnologiaparaeldiseno.azc.uam.mx/publicaciones.html

Dirección electrónica
admonytecparaeldiseno@azc.uam.mx

Editor Responsable
Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

Certificado de Reserva al de Derechos al uso exclusivo del Título No. 04-2015-050415543800-102 ISSN: 2007-7564, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido número 15941, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación.

Distribuida por la librería de la Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco.

Edición e impresión por la Sección de Impresión y Reproducción de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, con domicilio en Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Alcaldía Azcapotzalco. Ciudad de México CP 02200. primera impresión. Este número se terminó de imprimir en la Ciudad de México. el 15 de diciembre de 2021, con un tiraje de 50 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de esta publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

COMITÉ EDITORIAL DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA EL DISEÑO

INTERNACIONAL

ESPAÑA

Dr. Manuel J. Soler Severino	Universidad Politécnica de Madrid
Arq. Felipe Choclán Álvarez	Universidad Politécnica de Madrid
Arq. Manuel Bouzas Cavada	Universidad Politécnica de Madrid

ESTADOS UNIDOS

Dr. José Antonio Aguirre	Instituto Cultural Mexicano de Los Ángeles, CA.
Designer Héctor Silva	University of Notre Dame du Lac, Indiana
Designer Stephen Melamed	University of Illinois at Chicago

CANADÁ

Designer Alexander Manú Ontario	College of Arts and Design

REPÚBLICA DOMINICANA

Dra. Zamira Arsilis de Estévez	Presidenta del Museo y Archivo Histórico

NACIONAL

MÉXICO

Dr. Gilberto Abenamar Corona Suárez	Universidad Autónoma de Yucatán
Dr. Sergio Omar Álvarez Romero	Universidad Autónoma de Yucatán
Mtra. Selene Aimée Audeves Pérez	Universidad Autónoma de Yucatán
Dra. Isary Paulet Quevedo	Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores, (FES) Acatlán
Dra. Lucía Elena Acosta Ugalde	Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores, (FES) Acatlán
Dr. José Antonio Forzán Gómez	Universidad Anáhuac, México
Dr. José Raúl Pérez Fernández	Universidad Anáhuac, México
Dr. Iván Navarro Gómez	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Arq. Rosalía Zepahua Peralta	Presidenta Internacional del Encuentro Iberoamericano de Mujeres Ingenieras, Arquitectas y Agrimensoras
Dr. Jorge Rodríguez Martínez	Universidad Autónoma Metropolitana
Dra. Aurora Poó Rubio	Universidad Autónoma Metropolitana
Dr. Luciano Segurajaúregui Álvarez	Universidad Autónoma Metropolitana
Dr. Luis Rocha Chiu	Universidad Autónoma Metropolitana

Contenido

Prólogo 7
Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

El Envase Dinámico 13
Mtra. Patricia Olivares Vega
Mtro. Jorge Alberto Jacobo Martínez

Tecnología y tiempo en procesos AECO. 25
Arq. Moisés Bustos Alvarez

Las respuestas fortuitas de un orden vernáculo y sus implicaciones para los procesos de diseño. 39
Dra. Isary Paulet Quevedo

Infraestructura para la movilidad urbana en la Ciudad de México 51
Luis Fernando Casales Hernández
Luis Rocha Chiu
Víctor Jiménez Argüelles
Aurora Poó Rubio

Public space as a designed product: 75
The designer's role in the future of our communities and cities.
M. Iván Osorio-Ávila

La interacción simbólica en un espacio emocional.
El ejemplo de Fushimi Inari Taisha en Kyoto, Japón 83
Dr. Guillermo Díaz Arellano

El diseñador industrial en formación y el desarrollo de productos, en tiempos de virtualidad y pandemia 95
Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

Tecnología y tiempo en procesos AECO.

Arq. Moisés Bustos Alvarez
Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
Ciudad de México, México
bam@azc.uam.mx

Resumen

Para arquitectos que concluímos la carrera en 1990 y antes, la cuarta dimensión significaba necesariamente involucrar el concepto "tiempo", establecía "recorrer" las edificaciones, "vivir el espacio". Le Corbusier planteaba "faire la promenade" es decir, crear paseos a través de la obra arquitectónica como uno de los objetivos que los diseñadores deberíamos plantearnos. En el caso de BIM Building Information Modeling, la 4D es en mi opinión entendida de muy diferentes maneras, habrá que mencionar que evidentemente la metodología ha evolucionado y lo seguirá haciendo, es una metodología dinámica y como tal habrá conceptos que adquieran un nuevo significado o bien que se adapten a otros contextos. El concepto de la temporalidad es cada vez más importante en distintos procesos no solamente referentes a BIM, pero no es exclusivo de la 4D, es un factor presente durante el proceso completo, desde 1D, 2D, 3D……xD. La metodología no es lineal ni consecutiva, los alcances, los objetivos y por tanto las actividades a realizar están determinadas en gran medida por el cliente.

La tecnología juega un papel fascinante, que permite "visualizar" conceptos que aún no existen físicamente -virtualidad-, pero también desarrollando modelos y técnicas para tratar de comprender aspectos del pasado.

Palabras clave

Tecnología, BIM, digitalización, VR, AR

Abstract

For architects who graduated in 1990 and before, the fourth dimension necessarily meant involving the concept of "time", it established "walking through" the buildings, "living the space". Le Corbusier proposed "faire la promenade", that is, to create walks through the architectural work as one of the objectives that designers should consider. In the case of BIM Building Information Modeling, 4D is in my opinion understood in very different ways, it should be mentioned that obviously the methodology has evolved and will continue to do so, it is a dynamic methodology and as such there will be concepts that acquire a new meaning or that adapt to other contexts. The concept of temporality is becoming more and more important in different processes not only related to BIM, but it is not exclusive to 4D, it is a factor present during the whole process, from 1D, 2D, 3D…xD. The methodology is neither linear nor consecutive, the scopes, the objectives and therefore the activities to be performed are largely determined by the client.

Technology plays a fascinating role, allowing to "visualize" concepts that do not yet exist physically -virtuality-, but also developing models and techniques to try to understand aspect of the past.

Keywords (Palabras clave)

BIM, VR, AR, digitalization, technology

Introducción

En diciembre de 2018 fue aprobado el Proyecto de Investigación en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco en torno a la metodología BIM y del cual he sido el responsable, en ese periodo hemos desarrollado como equipo de trabajo conformado por colegas y estudiantes de Servicio Social diversas actividades encaminadas al conocimiento de los mayores aspectos posibles relacionados a su implementación profesional y académica, hemos interactuado con relevantes profesionistas mayoritariamente Arquitectos e Ingenieros que han desarrollado su trabajo en los años recientes con herramientas, procesos, y en la gestión de recursos humanos haciendo uso de BIM.

Entre las actividades indicadas es importante destacar 35 reuniones semanales durante 2020 entre abril y diciembre con profesionistas, académicos, empresas y sector industrial que han trabajado o lo están haciendo actualmente hacia la implementación de la metodología. En los primeros meses de 2021 realizamos como institución en colaboración con la Universidad Autónoma de Yucatán, la Universidad Anáhuac Cancún a través de su Escuela de Arquitectura y la Fundación para la Investigación e Implementación Tecnológica FIIT con sede en el Estado de Guanajuato México, el Seminario Internacional BIM que fue conformado por diez conferencias con ponentes de Venezuela, Colombia, Chile, Estados Unidos, España y México. Duran-

te estos dos años 2020 y 2021 también participé en cursos de capacitación en herramientas digitales como Revit, ArchiCAD, Navisworks y el curso en modalidad e-learning asincrónica "Introducción a la metodología BIM" que ofreció Planbim-Corfo de Chile con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo, además de asistir a múltiples webinars con temática referente a BIM. Debo mencionar como antecedente que en 1991 tuve como responsabilidad la implementación del desarrollo de proyectos arquitectónicos mediante CAD (Diseño Asistido por Computadora) en el Taller del Arq. Teodoro González de León, un referente en la Arquitectura de México, colaborando en proyectos como el Centro Corporativo Arcos Bosques, las Embajadas de México en Guatemala y Belice así como múltiples concursos.

Planteamiento

El 27 de mayo de 2021 se llevó a cabo el Primer "Building Digital Twin International Congress" organizado por la Building Digital Twin Association y SPHERE BIM Digital Twin Platform. En este evento, varios de los conferencistas plantearon los procesos para llegar a conformar un Gemelo Digital, es decir un modelo que representa un edificio o infraestructura, una "Réplica" que contiene una gran base de datos utilizada particularmente en la etapa de operación y mantenimiento -gestión- de los mismos. Una afirmación constante en este y otros eventos es la forma en que la realidad alimenta con información un modelo virtual y posteriormente la virtualidad alimenta la realidad mediante una gran base de datos expresada en distintos formatos, un Modelo (maqueta digital), tablas, imágenes, texto, entre otros.

El 2 de junio de 2021 el Arq. Iván Gómez CEO de VT-Lab España presentó como parte del Seminario Internacional BIM una muy interesante ponencia titulada "Realidad Aumentada y virtual: trabaja con BIM sin saber BIM", en ella planteó de manera muy clara la forma en que se define precisamente la diferencia entre estos conceptos, y el tiempo como un factor relevante que nos permite posicionarnos en ellos. Así que estos dos eventos fueron de alguna manera el detonante de algunas ideas que parecían distantes entre sí y que procuraré integrar en este texto, reflexiones relacionadas a la interacción tecnología-tiempo y su aplicación en actividades del Sector AECO, Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operación. Específicamente estaré cuestionando la denominada 4D en el esquema de las Dimensiones BIM.

Desarrollo

Si bien el Área de Investigación "Administración y Tecnología para el Diseño" había ya trabajado en colaboración con la Universidad Autónoma de Yucatán y el Worcester Polytechnic Insitute en el conocimiento de la metodología, dichas actividades no se habían reflejado en el Plan de estudios de la carrera de Arquitectura, por lo que en la parte inicial de nuestro Proyecto durante los primeros 13 meses de trabajo llevamos a cabo recopilación documental del desarrollo de BIM, datos históricos, definiciones, instituciones representativas y que han determinado la ruta a seguir, estado de implementación en Instituciones académicas universitarias tanto de Ingeniería como de Arquitectura, en el sector empresarial e industrial y en diversos países. Uno de los primeros aspectos que llamó mi atención en esta etapa, entendida años después como un cambio importante en la manera de desarrollar proyectos, fue que lo que arquitectos e ingenieros que concluímos la carrera a finales de la década de los 80 en México y que tuvimos el interés por conocer las posibilidades que representaba el Diseño Asistido por Computadora CAD y la Manufactura Asistida por Computadora CAM, participamos en lo que en el Modelo de Madurez de BEW-Richards (imagen 1) que contempla un periodo en la práctica al menos de 1980 a la fecha se denomina BIM Nivel 0. Y en este esquema tan conocido internacionalmente se define entonces al CAD como punto de partida para lo que hoy conocemos como BIM Building Information Modeling (por sus siglas en inglés); cabe mencionar que en países latinoamericanos y específicamente en México se le ha denominado por temas normativos MIC, Modelado de Información de la Construcción. La razón para la denominación BIM Nivel 0 desde mi punto de vista, es que esta modalidad de desarrollar proyectos de infraestructura y edificación es aún vigente, de forma preponderante en nuestros países latinoamericanos y cumple con los aspectos fundamentales planteados en BIM: Procesos, Personas y Tecnología.

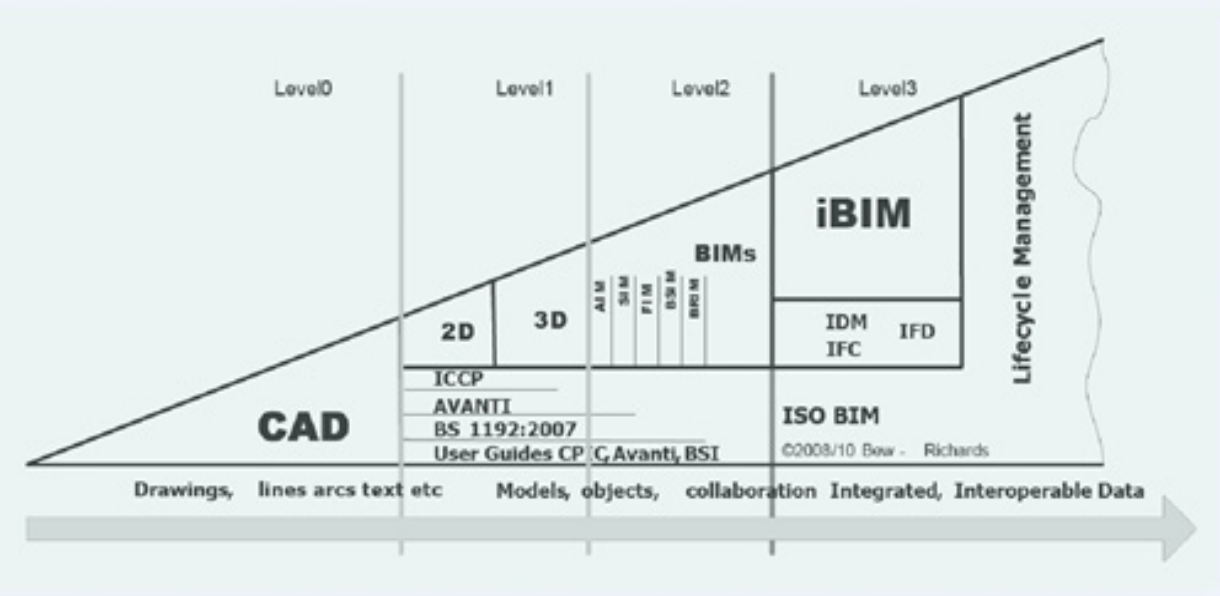

Imagen 1, Modelo de madurez BIM

Fuente: Bew and Richards (2008) https://www.espaciobim.com/

En la experiencia personal un acierto en la implementación CAD en el taller del Arq. González de León -estoy hablando de 1991- fue haber establecido "Códigos" sin plantearnos siquiera implementar un manual de trabajo y mucho menos hablar de estándares. Entendimos la necesidad de establecer acuerdos básicos al interior de la oficina en cuanto a las capas a crear, colores, tipos de línea, tipografía, por mencionar algunos. Nos dimos a la tarea de crear nuestros propios bloques y a optimizar procesos, que en conjunto definieron un lenguaje gráfico específico del taller ante la exigencia y la escuela de González de León, cada línea contenida en un plano tenía una razón de ser, el arquitecto a su vez fue colaborador en el taller de Le Corbusier, para ambos la representación arquitectónica era muy importante. Dicho en pocas palabras, establecimos bases del trabajo colaborativo haciendo uso de herramientas digitales (CAD) y mejorando los procesos tradicionales, es decir los antecedentes BIM.

Un cuestionamiento personal se presentó al conocer en 2016 el esquema de las llamadas Dimensiones BIM, particularmente en referencia a la denominada 4D, explico el porqué: Durante décadas el concepto de la cuarta dimensión implicaba necesariamente involucrar el concepto "tiempo", establecía "recorrer" las edificaciones, los arquitectos lo hemos entendido como "vivir el espacio". El propio Le Corbusier planteaba "faire la promenade" es decir, crear paseos a través de la obra arquitectónica como uno de los objetivos que los diseñadores deberíamos plantearnos, algunas voces establecen que si no está construído no es Arquitectura.

Para los profesionistas del sector AECO Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operación que realizamos nuestros estudios universitarios antes de 1990 la gran cantidad de términos que se han definido particularmente en la década reciente hacen complejo el entendimiento de los procesos actuales, la globalización nos permite conocer conceptos que refieren quizá a una misma actividad denominada de forma diferente en Inglaterra, España, China, Estados Unidos, Chile ó México, generando confusión para aquellos que iniciamos en el conocimiento de procesos y filosofías de trabajo actuales. En el caso de la 4D en BIM ha sucedido algo similar, y se asigna a diversos conceptos, habrá que mencionar que evidentemente la metodología ha evolucionado y lo seguirá haciendo, es una metodología dinámica y como tal habrá conceptos que adquieran un nuevo significado o bien que se adapten a otros contextos, sin embargo no conozco ningún esquema que haya establecido un planteamiento distinto en cuanto a las dimensiones restantes que se pueden observar en la imagen 2, salvo que se agregue alguna otra como la 8D que refiere a temas de seguridad. Dependiendo de la fuente consultada, los alcances y el significado de la 4D será diferente, por lo que para efectos de este artículo presentamos el siguiente es-

quema en el que sencillamente se define como Tiempo. Quizá es este gráfico el que da lugar al cuestionamiento, ya que el concepto de la temporalidad es cada vez más importante en distintos procesos no solamente referentes a BIM, pero no es exclusivo de la 4D, es un factor presente durante el proceso completo, desde 1D, 2D, 3D……xD. La metodología no es lineal ni consecutiva, los alcances, los objetivos y por tanto las actividades a realizar están determinados por el cliente, mandante, en países como Chile.

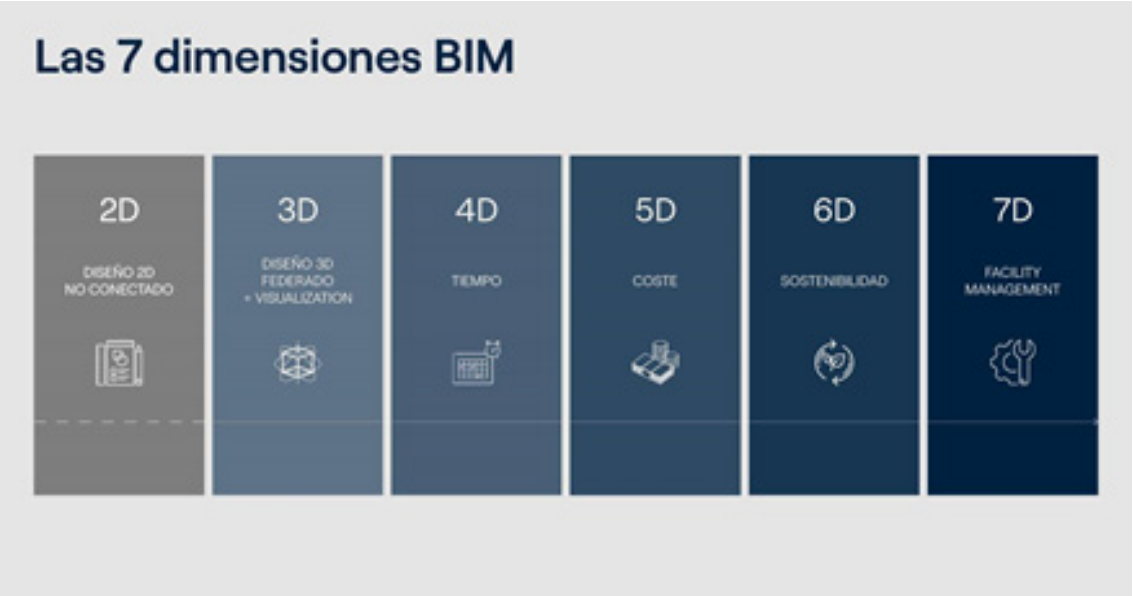

Imagen 2, Dimensiones BIM

Fuente: https://econova-institute.com/

La AGC American General Contractors de Estados Unidos por ejemplo, plantea el entendimiento de la 4D en dos vertientes: como calendarización de actividades (Project Scheduling) y como planeación, (Construction Resource Planning), estableciendo importantes diferencias entre uno y otro. Y es precisamente en esta Dimensión BIM donde se presentan varios esquemas de trabajo apoyados en la tecnología que dan lugar a este texto y en el que el tiempo juega un papel fascinante, que permite "visualizar" conceptos que aún no existen físicamente -virtualidad-, de alguna manera haciendo predicciones hacia el futuro, pero también desarrollando modelos y técnicas para tratar de comprender aspectos del pasado. Hablamos entonces de procesos en dos direcciones -hacia adelante y hacia atrás en el tiempo- que no necesariamente se dan en todos los proyectos, como ya mencionamos, dependerá de los requerimientos solicitados.

Realidad Virtual

Existe un gran número de definiciones respecto al significado del concepto Realidad Virtual (VR por sus siglas en inglés), tomaremos la siguiente del artículo" Introducción a la Realidad Virtual":

"Es la simulación de un ambiente real o imaginario que puede ser experimentado en tres dimensiones, proporcionando una experiencia interactiva completa en tiempo real con video, sonido e incluso retroalimentación táctil".

En nuestra opinión es quizá este el concepto con el que estamos mayormente familiarizados, en la experiencia personal el resultado inmediato de generar un modelo tridimensional ha sido precisamente un Render, que comercialmente ha sido muy efectivo para efectos de visualización, pero que en los procesos de desarrollo, construcción y gestión de la infraestructura y edificaciones

no ha sido adecuadamente explotado, incluso diría que se ha abusado de este producto y se ha manipulado, en algunos casos incorrectamente pretendiendo dar una idea equivocada de lo que realmente resultará físicamente, para fines comerciales.

Como explica de manera sencilla el arquitecto Iván Gómez, (imagen 3) la realidad virtual se caracteriza por su proceso de generación completamente a través de herramientas tecnológicas, un "mundo generado por computadora".

Imagen 3, Realidad real, Realidad Aumentada, Realidad virtual. VT-Lab®

Fuente:VT-Lab®, España.

El producto inicial, la imagen fija obtenida mediante el modelo tridimensional puede entonces sumarse a otras imágenes que en una secuencia utilizando herramientas digitales dan lugar a un recorrido virtual, y aquí no podría entenderse este proceso sin definir una determinada duración (tiempo) a la visualización de cada imagen o visto de otra manera al número de cuadros presentados en una unidad de tiempo (fps por sus siglas en inglés) o cuadros por segundo, por ejemplo. Este mecanismo es sumamente utilizado actualmente en las escuelas de arquitectura e ingeniería por los estudiantes para la presentación de proyectos, y la finalidad principal es una adecuada apariencia del modelo y la percepción del espectador, en términos generales no es relevante que esos modelos no estén en posibilidades de ser llevados a la realidad porque carecen de la información necesaria para ello. En este sentido, planteo que en las Universidades debemos procurar en los alumnos el concepto de pre-construir más que el de modelar, entendiendo que ambas opciones son requeridas en el campo profesional, en función de los usos requeridos de BIM; Una tarea nada sencilla que exige la comunicación transversal de las asignaturas relacionadas a procesos estructurales, constructivos, de representación y de diseño. Entre las ventajas de generar estas imágenes o recorridos virtuales en el desarrollo de proyectos arquitectónicos podemos destacar: la simulación de espacios con características como dimensiones, acabados y sus texturas, ambientes dados por la iluminación natural o artificial; las empresas e industria de productos para la construcción ofrecen en sus páginas simuladores que permiten visualizar los posibles resultados con una u otra de sus opciones, incluso en una siguiente etapa va más allá, calculando el costo que eso implicaría, lo cual tiene que ver de forma básica con el 5D de la metodología: costos.

Imagen 4, El usuario como espectador. VT-Lab®

Fuente: VT-Lab®, España.

Ya sea el caso de una imagen fija (render) o de una serie de imágenes que simulan movimiento (recorrido virtual) nosotros somos espectadores (imagen 4). Existen por supuesto otras áreas de aplicación de estos conceptos: el cine y la televisión, la medicina, diversas industrias como la automotriz, y en general el diseño y el entretenimiento.

Realidad Aumentada

Cuando se combina la realidad virtual con la realidad "real" entonces se tiene la denominada "Realidad Aumentada" AR Augmented Reality (imagen 5), en este sentido no es posible establecer porcentajes de cada una, es decir, no estamos hablando de una combinación necesariamente 50-50, las posibilidades son ilimitadas, como característica importante en esta opción el modelo generado por computadora se inserta en el mundo físico, sin escala necesariamente definida.

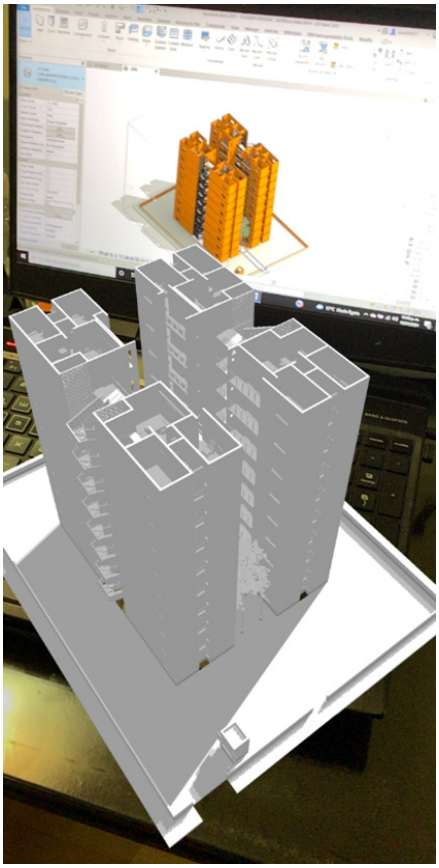

Imagen 5. Realidad Aumentada. Bustos M. (2021)

Fuente: Bustos M. (2021)

Uno de los casos más representativos es el del popular juego "Pokemon Go" (imagen 6) que está basado en la interacción de la realidad con "objetos", en este caso un pokemón, entidad completamente virtual. La descarga en cientos de millones de dispositivos permitió el uso masivo de esta tecnología alrededor del mundo. Ahora bien, centrándonos en el tema que nos atañe, la combinación de tecnología y tiempo y sus aplicaciones, cabría preguntarnos: ¿Y cuánto tiempo implica desarrollar una aplicación de este tipo? En el caso de la creación de una imagen simple puede llevarnos segundos o minutos, a medida que incluimos más características, propiedades y calidad en la definición, mayor tiempo y mayores requerimientos tecnológicos, procesadores más potentes, tarjetas de video, etcétera. Una peculiaridad importante del juego mencionado ha sido que los millones de usuarios alrededor del planeta alimentaban por decirlo de alguna manera la información, ya que estaba ligada a Google Maps y a sitios específicos que se registraban al "capturar" tanto al ente virtual (pokemón) como la fotografía del lugar. Esto ha dado lugar a cuestionamientos en el tema de Propiedad intelectual: ¿A quién corresponden los derechos de dicha información? Otro gran tema que se continuará discutiendo. Algo similar sucede con los modelos de especialidades o la información que conforma el modelo tridimensional, por ello tan importante la correcta elaboración de cada uno de ellos, bajo estándares.

Imagen 6. Pokemon Go, Aplicación.

Fuente: https://d2skuhm0vrry40.cloudfront.net/

Uno de los sectores que mayor aplicación está desarrollando respecto a la realidad aumentada es el de la Educación, al llevar a los estudiantes temas de conocimiento al campus universitario digitalmente, con el consecuente ahorro de recursos económicos, de tiempo, traslados y otros. En cuanto al sector AECO cada día son más relevantes estas opciones que combinadas han permitido llegar al concepto de Gemelo Digital, es decir, la réplica de una edificación o infraestructura física en un ambiente digital y complementado por una gran base de datos. Información -parámetros- que se asignan a las entidades que conforman la Maqueta digital. En el caso de la metodología BIM, cada vez se hace mayor referencia a lo que la letra "i" representa, la gran cantidad de datos de todo tipo integrados a los modelos y las enormes posibilidades que ofrece.

Realidad Mixta

Cuando la escala del modelo se iguala al mundo físico entonces hablamos de "Realidad Mixta", en otras palabras, las dimensiones del modelo físico son las mismas del modelo virtual. Se trata entonces de un camino sumamente interesante y todavía poco explorado en el sector AECO, de aplicación particularmente en las fases Construcción y Operación y Mantenimiento (imagen 7), también se plantean temas de seguridad en las obras.

Comparación del avance de obra y su cumplimiento respecto al proyecto:

Es este un caso muy interesante en el que el factor tiempo juega un papel muy importante, ya que podemos suponer que el desarrollo del proyecto se llevó a cabo haciendo uso de la metodología BIM, de herramientas digitales de autoría tales como Archicad, Revit o Edificius, por mencionar las que suelen utilizarse en nuestro contexto.

En la fase construcción, en la que ya estaríamos inmersos en la 4D de BIM dada la calendarización de actividades y la planeación de las diversas etapas de este proceso, se hace un levantamiento mediante nube de puntos de lo que ha sido completado de la edificación y se compara con la maqueta digital, lo que implica necesariamente que las escalas sean las mismas. Esto permite en una etapa inicial realizar actividades como el trazo (en algunos países conocido como replanteo) con el apoyo de este concepto, o bien detectar posibles errores o desfases entre obra y proyecto, lo que implicaría tomar decisiones en cuanto a modificar el Proyecto -regresar a la etapa diseño temporalmente- o bien, hacer modificaciones en obra. Esta comparativa es sencilla de realizar en dispositivos móviles como un smartphone o una Tablet.

Imagen 7, Realidad mixta

Fuente: https://www.bimnd.es/

H BIM Historical BIM

Esta posibilidad del levantamiento de condiciones existentes haciendo uso de nuevas tecnologías como es el caso de la nube de puntos, ha permitido la implementación de BIM para la restauración de inmuebles edificados hace décadas e incluso siglos, en lo que ha sido denominado H BIM o Historical BIM (imagen 8). En este caso se captura la realidad ya sea mediante dispositivos fijos o drones, los miles de puntos que definen los espacios y volúmenes son posteriormente convertidos en entidades en la computadora, y a su vez, dichas entidades conforman un modelo BIM. Nótese que en este caso se parte de un edificio existente, y que mediante el uso de la tecnología se elabora un modelo digital capturando información tanto geométrica como de otro tipo, a diferencia de aquellos casos en los que el edificio aún no existe, en el que se está proyectando y modelando un ejemplo de Realidad Virtual.

El sismo de 2017 en México implicó daños en edificaciones religiosas en los Estados de Puebla y Morelos, y los trabajos de restauración se vieron favorecidos acortando los tiempos gracias a la elaboración de modelos digitales identificando las zonas de riesgo de los inmuebles. En Francia, como parte de su "Plan de Transición Digital en la Construcción" se planteó la capacitación de 80,000 profesionistas del Sector de la Construcción en todos sus niveles, y una de las actividades desarrolladas ha sido digitalizar inmuebles que están a cargo de las dependencias gubernamentales, con este proceso los trabajadores del sector se capacitan y se cuenta ahora con los modelos y sus respectivas bases de datos (gemelo digital) para la operación y mantenimiento; el caso específico de la restauración de la Catedral de Notre Dame será un referente en este sentido.

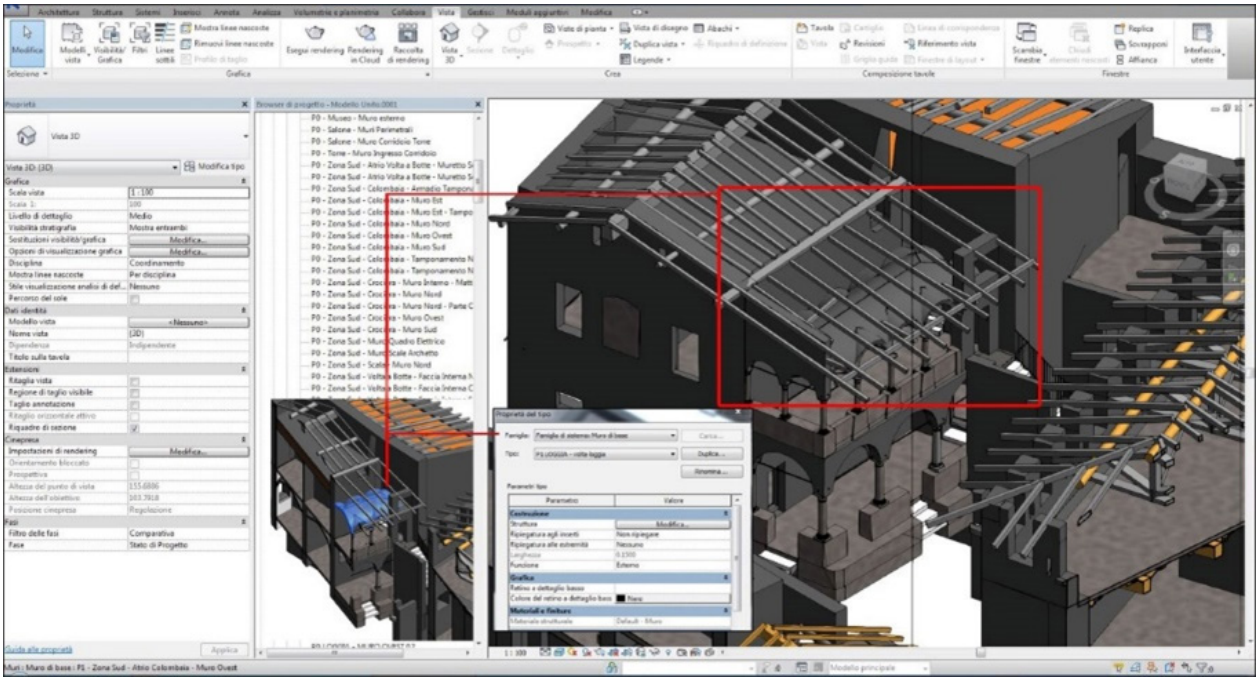

Imagen 8, Historical BIM

Fuente: http://www.aecbytes.com

Simulaciones estructurales

Generalmente de forma natural en la etapa de diseño y como parte de la interacción de las distintas especialidades se desarrollan los modelos digitales correspondientes a cada una de las especialidades: Arquitectura, Estructura y MEP (Mechanical, Electrical & Plumbing), los más comunes, en este último caso haciendo referencia a las instalaciones básicas de una infraestructura o edificación: Eléctrica, Hidráulica, Sanitaria, Aire acondicionado.

En el caso particular del modelo estructural, el software para cálculo y simulaciones de comportamiento ha evolucionado de forma muy importante en los años recientes, lo cual es muy relevante en el caso de ciudades y países con alta sismicidad como Japón, Perú, Chile y México. Los modelos se elaboran para visualizar el posible comportamiento de los sistemas estructurales particularmente ante las denominadas cargas accidentales -simulando un posible evento futuro-, para el caso de nuestro país viento y muy especialmente sismo, en concordancia con la normatividad aplicable al sitio de la edificación.

En casos más recientes se recrean determinadas condiciones detectadas en las zonas de daños de una estructura y de acuerdo con ellas las simulaciones que se realizan contribuyen a identificar posibles causas y forma de desplazamientos, deformaciones y en el peor de los casos, colapso, a este proceso se le ha denominado Simulación Forense, derivada de la Ingeniería Forense. En este caso la tecnología permite simular lo que posiblemente sucedió, es decir, el objetivo no es predecir un posible comportamiento, sino recrearlo.

Los Gemelos Digitales – Digital Twin

En orma paralela a las dimensiones BIM, como un proceso en un determinado periodo de tiempo, se habla de Niveles de Desarrollo, Level of Development (LOD) por sus siglas en inglés, que van de LOD 100 a LOD 500 y que indican una evolución que en principio podemos entender como lineal y consecutiva, es decir, en los niveles más bajos como LOD 100 el modelo es volumétrico, conceptual, y conforme se avanza en el desarrollo del Proyecto, hablando de la etapa de diseño, el modelo contiene mayor información, que puede ser de tipo geométrico o bien datos (parámetros) que se añaden. En algunos casos se entiende también como Nivel de Detalle y en el caso del Estándar BIM para proyectos públicos de Planbim Chile se indica como NDI, Niveles de Información. LOD 500 hace referencia a lo que en un proceso tradicional se conoce como as-built (como se construyó, comó finalmente se

concluyó la obra), ya que en ese lapso de tiempo suelen presentarse cambios determinados por necesidades del cliente, por factores no considerados del sitio y otros. Los planos "as-built" se realizaban por petición del cliente generalmente para efectos de la etapa de operación y mantenimiento, particularmente en inmuebles como hospitales, hoteles, naves industriales. Como proceso Diseño-Construcción no será entonces razonable que un cliente solicite un Nivel de Desarrollo LOD-500, ya que puede definirse una vez concluidos los trabajos de edificación, actualizando el modelo 3D. El proceso ideal implicaría que la edificación contemple todas y cada una de las etapas de BIM, difícilmente sucede por la complejidad y recursos requeridos para ello, económicos, materiales y humanos.

Un Gemelo Digital es básicamente una gran base de datos de cada una de las entidades que conforman el Modelo general, ligado a otros conceptos tecnológicos como Internet de las cosas (IoT) por sus siglas en inglés e Inteligencia Artificial, que permiten gestionar en el sitio o bien a la distancia el edificio o infraestructura a lo largo de su vida útil y que permite importantes ahorros. Estudios han permitido identificar que por cada unidad monetaria en la fase diseño se invierten 20 en la etapa construcción y 80 en la etapa de operación y mantenimiento, ya que ésta última implica un periodo mucho mayor de tiempo, décadas al menos.

Imagen 9, Gemelo físico-Gemelo digital. VT-Lab®

Fuente: VT-Lab®, España.

Las posibilidades derivadas de contar con el gemelo digital son múltiples y no es objeto de este documento tratarlas ahora. Como puede verse en la imagen 9 un Gemelo Digital no es exclusivo de edificaciones nuevas, puede realizarse también para edificaciones existentes. Asimismo el concepto no es aplicable exclusivamente al Sector AECO, es también cada vez utilizado en otras industrias que fundamentalmente requieren gestionar sus activos físicos mediante estas nuevas tecnologías.

Llegar a contar con este modelo podemos entenderlo como el proceso más completo hasta la fecha, de desarrollo de un modelo bajo la metodología BIM. En un Gemelo Digital se podría experimentar de forma óptima el concepto de "Mundos inmersivos" (imagen 10) que hacen referencia a dejar de ser espectadores y convertirnos en actores y que suman realidad "real", Realidad virtual, Realidad Aumentada, realidad Mixta e incluso lo que profesionistas ligados a estos temas como el Arquitecto y Tecnólogo David Barco ha denominado Realidad Sensitiva, la cual tiene que ver con experiencias a través de otros sentidos como el olfato o el gusto. Esta posibilidad el Arquitecto Iván Gómez CEO de VT-Lab en España la define como un cambio radical o revolución 3D y es lograda gracias a dispositivos tecnológicos adicionales como cámaras, lentes y casco.

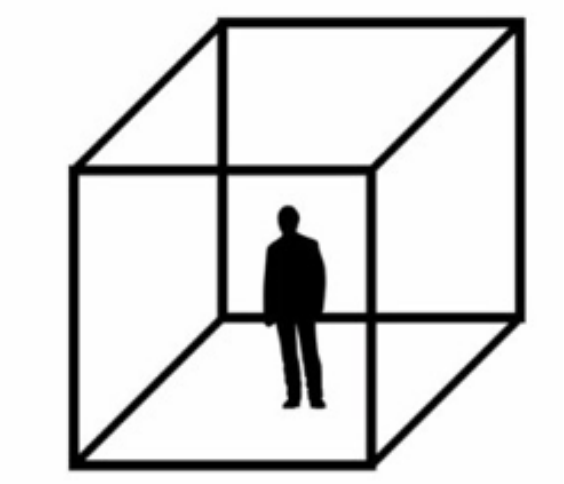

Imagen 10, Mundos inmersivos. VT-Lab®

Funete: VT-Lab®, España.

Conclusiones

Desde mi entendimiento, planteo un esquema de las dimensiones BIM que incluye el concepto "tiempo" como un elemento transversal a todas ellas, pensando en aquellos profesionistas del sector AECO que indudablemente se estarán sumando en los siguientes años a los procesos de trabajo bajo las nuevas metodologías como BIM o VDC, intentando actualizar el esquema y procurando una visión global, que no genere confusiones (imagen 11). No coincido en que la 4D sea una dimensión entre 3D y 5D designada para el concepto tiempo, ya que como mencioné anteriormente es éste un factor presente en todo momento y no es lineal ni consecutivo, es incluso bidireccional, nos permite visualizar futuras acciones o procedimientos, o recrear situaciones acontecidas. Podemos regresar temporalmente una o varias veces a alguna de las dimensiones dadas las circunstancias y requerimientos y omitir las no solicitadas.

Imagen 11, Las Dimensiones de BIM. Bustos M. (2021)

Fuente: Bustos M. (2021)

Bibliografía / Referencias

Gómez, I. "Realidad Aumentada y Virtual: Trabaja con BIM sin saber BIM". Celebrada vía ZOOM, 2 de junio 2021. Disponible en https://youtu.be/h8V2y9HAfsY

Fuentes J. "Aislamiento sísmico en estructuras de acero" Conferencia en linea. 9-13 noviembre, 2020.

Fikouhi S. "Realidad Aumentada en la arquitectura". Conferencia en linea, celebrada 10 septiembre 2021. UAM Azcapotzalco. Disponible en https://youtu.be/-MpadG4HTH8

Olguin M., Rivera I., Hernández E. (2006) Introducción a la realidad virtual. ISSN:1870-9044. Disponible en https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=402640446002

Créditos

Imagen 1 Bew and Richards (2008) https://www.espaciobim.com/

Imagen 2 https://econova-institute.com/

Imágenes 3, 4, 9 y 10 VT-Lab®, España.

Imagen 5 Bustos M. (2021)

Imagen 6, https://d2skuhm0vrry40.cloudfront.net/

Imagen 7 https://www.bimnd.es/

Imagen 8 http://www.aecbytes.com

Imagen 11 Bustos M. (2021)

Acerca del autor

El Arq. Moisés Bustos Alvarez es egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana en 1990. Colaboró en el Taller del Arq. Teodoro González de Léon de 1990 a 1998 y posteriormente de 2006 a 2007. Entre 1998 - 2006 laboró en DVA Diego Villaseñor Arquitectos. Académico de tiempo parcial de 1990 a 2015, y de tiempo completo a partir de esa fecha en la UAM Azcapotzalco, incorporándose al Colectivo de Docencia "Administración Tecnología – Arquitectura" impartiendo UEA's Sistemas Constructivos y Estructurales y Construcción. Premio a la Docencia 2019 por la División de Ciencias y Artes para el Diseño.

Este libro se terminó de imprimir el 15 de diciembre de 2021 en los talleres de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco en Av. San Pablo Número 180, Col. Reynosa Tamaulipas, Alcaldía Azcapotzalco, C.P. 02200, Ciudad de México.

En este décimo quinto número de la publicación de la Compilación de Artículos de Investigación. Administración y Tecnología para Arquitectura, Diseño e Ingeniería año 2021, los lectores encontraran siete artículos de investigación, que versan sobre temas tales como la evolución de los envases, la arquitectura y el uso de Tics, el espacio urbano como producto del diseño, la arquitectura en las grandes ciudades y la docencia virtual del diseño industrial, entre otros.

La virtualidad impuesta por la situación sanitaria a nivel mundial durante el año 2021 ha constituido una serie de retos para la Universidad Autónoma Metropolitana. Cuya comunidad ha llevado a cabo esfuerzos importantes para cumplir a cabalidad con las funciones sustantivas que caracterizan a esta casa de estudios: Docencia, investigación y difusión y preservación de la cultura.