

DOI: [10.24275/uama.2901.9398](https://doi.org/10.24275/uama.2901.9398)

<p>DOI: 10.24275/uama.401/9391</p>  <p>FORO 18 DE HISTORIA Y CRÍTICA DE LA ARQUITECTURA MODERNA</p> <p>La arquitectura en situación de crisis sociales: los 30 años recientes desde el horizonte de la historia, la crítica y la teoría</p> <p>Georgina Sandoval Fernando Rafael Minaya Hernández EDITORES</p>  <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA</p>	<p>Miguel Ángel Pérez Sandoval ORCID: 0000-0001-7939-7642</p> <p>Fernando Rafael Minaya Hernández ORCID: 0000-0002-2539-1955</p> <p>Georgina Sandoval ORCID: 0000-0001-5671-4908</p> <p>Procesos metodológicos, participativos y tecnológicos de la enseñanza de la arquitectura en un contexto de crisis</p> <p>Páginas 115-151</p> <p>En:</p> <p>La arquitectura en situación de crisis sociales: los 30 años recientes desde el horizonte de la historia, la crítica y la teoría / Georgina Sandoval y Fernando Rafael Minaya Hernández, editores. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, 2022. [349] páginas. – (Libros del Foro; núm. 7)</p> <p>ISBN edición digital: 978-607-28-2676-2 Es parte de: https://doi.org/10.24275/uama.401/9391</p>
---	---

<p>Universidad Autónoma Metropolitana  Casa abierta al tiempo Azcapotzalco</p> <p>Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco</p> <p>https://www.azc.uam.mx</p>	<p> Ciencias y Artes para el Diseño</p> <p>División de Ciencias y Artes para el Diseño</p> <p>https://www.cyad.online/</p>	<p></p> <p>Departamento de Investigación y Conocimiento para el Diseño</p> <p>http://investigacionyconocimiento.azc.uam.mx/</p>
---	--	--

<p>Aprendizaje en el hábitat comunitario </p> <p>Grupo de Investigación Aprendizaje en el hábitat Comunitario</p>
--

	<p>Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como Atribución-NoComercial-SinDerivadas</p> <p>https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/</p>
---	---

PROCESOS METODOLÓGICOS, PARTICIPATIVOS Y TECNOLÓGICOS DE LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA EN UN CONTEXTO DE CRISIS

Miguel Ángel Pérez Sandoval

Profesor-investigador de la UAM Azcapotzalco

Fernando Rafael Minaya Hernández

Profesor-investigador de la UAM Azcapotzalco

Georgina Sandoval

Profesora-Investigadora de la UAM Azcapotzalco

Introducción

La era de las crisis y emergencias del objeto

Los paradigmas son complejos en las formas de pensamiento, ya que trastocan todo concepto. Ello permea a la arquitectura y la transforma, esto se refleja en la práctica arquitectónica ya que no plantean una libertad de diseño, lo que confunde a muchos arquitectos que pretenden manejarse por el exterior de esta esfera de conocimiento e inclinarse por las fluctuaciones del mercado, proponiendo así condiciones de oferta y demanda de los espacios. En consecuencia, se generan problemas en la conservación del patrimonio construido, ya sea como hechos históricos o como representación de las culturas y sus costumbres, claramente identificadas en la ciudad.

La modernidad de principios del siglo XX se caracterizó por un planteamiento de nuevos conceptos sobre urbanismo, el cual no tomó en cuenta a las ciudades históricas. A la distancia la historia se repite, la primera y segunda modernidad son vulnerables ante la depredación de edificios contemporáneos. En la posmodernidad, los temas teóricos

son más diversos, se agregaron diferentes corrientes y, sobre todo, la ciudad surge como elemento de unión entre el pasado y el presente, e integra a la cultura como un hecho de identidad regional.¹

Deben introducirse los debates arquitectónicos actuales en torno a la comprensión de la investigación en arquitectura y la discusión de los procesos de construcción del conocimiento sobre la misma. La siguiente pregunta busca la discusión sobre si los métodos de investigación actuales pueden dar una mejor explicación del significado de la arquitectura contemporánea, de tal manera que la propia arquitectura se desvíe de su misma explicación frente a las formas y relaciones gestadas en ella. Por tanto, es necesario evitar el reduccionismo en la investigación, teniendo en cuenta sólo la creatividad de los autores o la somera revisión de tipologías arquitectónicas.² La importancia de encontrar una explicación que responda a la profundidad de las formas arquitectónicas, el entorno, el contexto y los procesos urbanos apunta a la complejidad de los diseños y la sistematización del desarrollo de la arquitectura. En palabras de Vischer,³ los arquitectos tienen “la maravillosa capacidad de proyectar e incorporar nuestra propia forma física en una forma objetiva, de la misma manera en que los cazadores salvajes acceden a su presa ocultándose en un ciego”, por lo tanto, existe una planeación previa.

El proceso proyectual y la sociedad del conocimiento

El plan es el elemento fundamental del proyecto, es decir, sin él la arquitectura no se puede materializar en su constitución formal y espa-

¹ Kate Nesbitt, ed., *Theorizing a New Agenda for Architecture: an Anthology of Architectural Theory 1965-1995*. (E.U.: Princeton Architectural Press, 1996).

² Josep Montaner, *Sistemas arquitectónicos contemporáneos* (España: GG, 2008).

³ Robert Vischer, “On the Optical Sense of Form: A Contribution to Aesthetics”. *Empathy, Form, and Space: Problems in German Aesthetics, 1873-1893*, ed. por Robert Vischer, Harry Francis Mallgrave y Eleftherios Ikononou, 92.

cial. Las fases, los procesos, las etapas para poner la idea a “prueba” son inevitables para que haya un fin acabado y finito del objeto arquitectónico. Según la Real Academia Española (1999),⁴ proyectar es el plan, por tanto, es la actividad inteligible de idear y materializar, se fusionan conceptos y técnicas que permiten que el objeto arquitectónico sea visible en la realidad. El método y las metodologías son posibles por la teoría y, por tanto, hace su aparición y controla los medios que habilitan y orientan el plan para que tenga sentido en un espacio y tiempo determinados. En palabras de Walter (1990):

La teoría de la arquitectura es imprescindible como fundamento para el arquitecto en ejercicio, si este quiere tener claridad respecto a los principios con que trabaja. Una arquitectura que no se fundamente en una teoría va camino de la arbitrariedad o se anquilosa.⁵

El plan en la arquitectura

Para la década de 1970 los procesos de diseño cambiaron significativamente, es decir, la definición de nuevos paradigmas productivos en términos de estandarización. El proceso de trabajo proyectual se ha adaptado en gran medida a los procesos de producción, o sea, ejecutar y construir. Es algo que está directamente relacionado con la práctica profesional; sin embargo, no existen demasiadas formulaciones ideológicas o incluso de reflexión del proceso proyectual. No es una metodología para seguir, es simplemente la réplica del conocimiento práctico sin un método que fundamente.

⁴ “Diccionario de la lengua española”, Real Academia Española, <https://dle.rae.es>.

⁵ Hanno Walter Kruft, *Historia de las teorías de la arquitectura. Desde la antigüedad hasta el Siglo XX*. (España: Editorial Alianza, 1990), 32.

El proceso proyectual implica una serie de etapas, a manera de propuesta:

- a. Teórica: que vincula los procesos históricos, reflexivos, pensamiento y de contexto cultural económico, político y, sobre todo, tecnológico;
- b. metodológica: implica los modelos de enseñanza y aprendizaje, formas y procesos de aplicación de tecnologías y los medios necesarios para la representación conceptual de la idea;
- c. práctica: en cuyo caso se implica a los actores, el ambiente, entorno y factores físicos, además de la aplicación tecnológica directa y constructiva, es decir la modelación del proyecto previo a la materialización.

La era digital está inmersa en el campo de la arquitectura, nuevos dispositivos como los drones ayudan a reconocer el sitio y el contexto de otras formas que no estaban a nuestro alcance hasta hace unos años. La realidad virtual posibilita nuevos modelos visuales de comprensión del espacio, significativamente. La computadora aumentó la velocidad de dibujo y la capacidad de corregir el proyecto, prácticamente en tiempo real, terminó con el tedioso proceso de elaboración y representación en planos. El avance más importante es BIM (Building Information Modeling), modelado avanzado que reúne a especialistas en el proceso de diseño y digitalización arquitectónica. Se requiere, sin duda, de una nueva teoría del proyecto, fundamentalmente comprender el plan desde una perspectiva de materialización con nuevos métodos y metodologías que sustituyen y se ajustan a las nuevas relaciones en la ejecución del proyecto arquitectónico.

Por su parte, Burgos⁶ considera cuatro procesos: problematización-modelado, y resolución-propuesta. Su enfoque se centra en saber y hacer, es decir, primero hay dos fases: una analítica con fundamentos filosóficos, y una segunda que establece las formas y acciones a seguir para resolver el problema de simulación, la idea del proyecto. La diferencia es radical, pero está ligada al proceso del proyecto; según el autor reside en la acción de la práctica y la acción teórica; la traducción de ambos se resume en la aplicación directa de conceptos abstractos (hechos) a soluciones prácticas (conocimiento tácito) de los proyectos.

Otras alternativas se han desarrollado desde la sociedad del conocimiento, una de ellas y ampliamente difundida es *design thinking* basado en el aprendizaje rápido, dotado en gran medida de la red, pero su principal fundamento es la innovación, está profundamente ligado a tecnología y medios de comunicación. Una tercera propuesta, mucho más reciente, basada en las tecnologías y sus conocimientos se brinda desde la red de información digital, entre otros modelos de aprendizaje informal que se han desarrollado y han comenzado a generar una cultura del diseño basada en posibilidades prácticas de la tecnología y la economía, mas no de las disciplinas del diseño.

Panorama de las aproximaciones teóricas de la arquitectura contemporánea

La definición de arquitectura contemporánea ha pasado por diversas corrientes de pensamiento que han intentado establecer una variedad de conceptos, pero ante el problema de establecer alguna, es necesario encontrar nuevas formas de investigación o retomar conceptos y me-

⁶ Carlos Burgos, "La condición cognitiva esencial del diseño arquitectónico: morfología y dinámica del proceso y la acción proyectual", ADNea. Revista de Arquitectura y Diseño del Nordeste Argentino 1, núm. 1 (2013): 53-62.

todologías de otras áreas del conocimiento para establecer y aproximarse a explicaciones alternas de la arquitectura contemporánea.

Hay dos parámetros que están afectando actualmente a la arquitectura. Primero, las preguntas formales contienen relaciones estrechamente vinculadas con la expresión social, política e ideológica. Las representaciones y vínculos del sujeto con el objeto son materia de estudio desde el carácter multidisciplinar del conocimiento. Esto conduce a otro punto de interpretación y significado de la arquitectura. En segundo lugar, existen alternativas que podemos ofrecer en cuanto a la aproximación metodológica, a las interpretaciones o “nuevas” formas de abordar los objetos de estudio, y por ello, a la hora de estudiarlos es fundamental utilizar conocimientos aún más complejos y profundos sobre investigación arquitectónica.

La arquitectura contemporánea se caracteriza por fenómenos arquitectónicos como el espacio, la recuperación del espacio público, la reutilización y refuncionalización de edificios, entre otros. De éstos se extraen elementos que conforman grupos o categorías de análisis basados en intenciones y posiciones ante el objeto arquitectónico. Las intenciones son variadas, desde las que recurren a enfatizar el elemento urbano hasta la transformación de la estructura urbana. Otros escapan al determinismo económico y exploran la experiencia social, estableciendo una conexión esquemática entre los grupos sociales, el proyecto y los arquitectos. El proceso participativo es una dimensión que involucra desde una metodología de convergencia en el espacio y el tiempo a todos los actores involucrados en un proyecto arquitectónico.

En América Latina, el diseño participativo emerge con gran fuerza como un nuevo rostro ante el hecho arquitectónico y urbano. Los textos sobre trabajo participativo se producen como respuesta a las fallas económicas en el espacio público y habitable desde la modernidad,

junto a las deficiencias espaciales acumuladas a lo largo del tiempo.⁷ Por ello, la valoración de la arquitectura en nuestros días es una de las principales formas de abordar el análisis arquitectónico. Como ya mencionamos, de acuerdo con Nesbitt,⁸ la arquitectura no se rige por grandes postulados, ya que no existen elementos totalitarios o universales que engloben o generalicen la arquitectura contemporánea que responde, en mayor medida, a fenómenos, eventos regionales y procesos claramente diferenciados por sus formas de vida y aspectos culturales; sin embargo, se han estandarizado los métodos de materialización y se han establecido metodologías que promueven el pensamiento, que ahora a través de las tecnologías digitales en el actual contexto de pandemia se han agudizado y acelerado. Aunque han estado en el campo durante 40 años, todavía estamos experimentando y construyendo el modelo.

OBJETIVO. Reconocer el proceso de enseñanza aprendizaje en arquitectura y uso de nuevas tecnologías para gestar un trabajo de investigación y nuevas miradas sobre la arquitectura-ciudad.

Origen del caso

En diciembre del 2019, los profesores inician intercambios de cooperación con la intención de desarrollar un proceso de enseñanza-aprendizaje que posibilite el desarrollo de un taller de diseño arquitectónico a distancia, con lo cual es importante entender el ejercicio en un contexto y complejidad socioterritorial propio de una gran ciudad latinoamericana.

⁷ Georgina Sandoval y Miguel Ángel Pérez, "Diseño participativo: ¿innovación con futuro?", *Taller Servicio 24 Horas*, núm. 16, (2012).

⁸ Nesbitt, ed., *Theorizing a New Agenda...*

- a. La Cooperativa de Vivienda SOL (Sociedad Organizada en Lucha, integrante del Movimiento Urbano Popular de la Ciudad de México) ha adquirido un terreno para avecindarse en la colonia Santa Isabel Tola, en la alcaldía Gustavo A. Madero, por ello se encuentra en proceso de gestión, de un crédito ante el Instituto de Vivienda de la Ciudad de México. En tanto vecinos inminentes de la zona comienzan a preocuparse por conocer y reconocer el lugar de su próxima habitación. No se refieren a su lote, se refieren a sus contextos físico, social y cultural. ¿Cuál es la historia del lugar?; ¿cuándo se pobló de manera masiva?, ¿cuál es su arraigo cultural?, del cual son mudos testigos la capilla de Santa Isabel de Portugal y el acueducto colonial que servía de agua a la Villa de Guadalupe. También se preocupan por las carencias y requerimientos de la comunidad. Su experiencia de gestión les dice que tienen que conocer para proponer. Así, el propósito académico es capacitar y sensibilizar a los estudiantes en procesos reivindicativos de grupos sociales excluidos del derecho a la vivienda, la ciudad y al cuidado del medio ambiente.
- b. Por ello recurren a la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), unidad Azcapotzalco. Necesitan elementos de valoración de su hábitat para reconocer y proponer a las autoridades un plan de intervención y mejora de la colonia. Ese es el requerimiento para el grupo de investigación "Aprendizaje en el Hábitat Comunitario", mismo que considerando los postulados de la legislación universitaria que prevé "trabajos de vinculación" entre universidad y sociedad, permite este tipo de ejercicios. Pronto, integrantes del grupo de investigación se encargarán de llevar adelante el taller Diseño Arquitectónico 1-B, que tiene como objetivo resolver un problema de complejidad medio-alto con un abordaje urbano-arquitectónico.

- c. En tanto los trabajos de vinculación no son ajenos a profesores que periódicamente realizan este tipo de ejercicios de “aprendizaje situado”, tampoco es novedad reconocer de manera implícita un contexto complejo y contradictorio a resolver. La novedad planteada para el grupo de profesores es incorporar el uso de la tecnología para desarrollar intercambio a distancia; una capacitación en un software para su uso como resolución colaborativa en diseño. Por ello se genera un grupo experimental, compuesto a su vez por tres grupos. Un grupo UAM matutino, un grupo UAM vespertino y un grupo de la Universidad Politécnica de Cataluña.
- d. Para los profesores implica el reconocimiento de las tecnologías como instrumentos metodológicos: un dron, el manejo de software *revit*; el uso de Google Drive, para el orden de los archivos y material; así como la comunicación vía Zoom.
- e. Para este grupo de trabajo e investigación es importante recuperar la experiencia que suma la enseñanza de la arquitectura y el uso de la tecnología en un proyecto social.

Trabajar en la conformación de ideas y desarrollo de objetos de diseño arquitectónico desde la universidad, hoy no puede ser desde el propio objeto, dada la manifiesta complejidad. En este caso se trata de explicar a los jóvenes estudiantes cómo habitar una vivienda, un barrio. La ciudad es un proceso muy desarrollado en el tiempo y por tanto no debe ser un ejercicio proyectado en fragmentos, es lo que menos necesita. Necesita ser visto como un sistema, como plantea Montaner⁹ al sugerir una nueva mirada a partir de considerar la relación entre ciudad, espacio público y arquitectura. Complejo en sí mismo desde la perspectiva espacial, complejo de explicar a los jóvenes y aún

⁹ Montaner, *Sistemas arquitectónicos contemporáneos*.

más complejo de proponer como un ejercicio docente permeado por muchas otras disciplinas. Esto sin considerar la participación de los actores interesados en el territorio, además de la presencia de intereses inmobiliarios. Así, el diseño del objeto arquitectónico, aquel que claramente hablaba de su función, que establecía un lenguaje y según su uso debía cumplir con estándares, hoy no existe. Hoy hay nuevos usos y nuevas funciones, también nuevos retos. Uno de ellos, que no debe pasarse por alto, se refiere al cuidado del medio ambiente.

El caso y su contexto

Las crónicas y los hechos dan cuenta de la alta ocupación que ha tenido la cuenca del Valle de México desde tiempos prehistóricos. La relación con el lago y la ocupación de sus orillas hoy día, puede dibujar el padrón de los asentamientos. Así, en la cartografía construida sobre los asentamientos previos a la conquista podemos ubicar la localidad llamada Tollan, que ocupa un lugar en la ladera norte del lago, justo donde se alza la serranía del Tepeyac. No está de más recordar que muy cerca se encuentra el sitio dedicado a la diosa, madre tierra, Tonantzin, mismo que en tiempos coloniales se convertirá en el santuario de Guadalupe.⁴⁰ Según la búsqueda fotográfica realizada por el grupo de Taller de Arquitectura 4-A, hasta 1930 la zona era ocupada por una pequeña localidad llamada "barrio originario", conocido hoy en día como Santa Isabel Tola. Cuenta con su capilla del siglo XVI, su atrio, el panteón y un caserío, sin olvidar la línea dibujada por el acueducto del año 1767 que suministraba agua a la Villa de Guadalupe.

⁴⁰ Rodrigo Martínez Baracs, "Tepeyácac en el Códice de Tlatelolco", *Estudios de Cultura Náhuatl*, núm. 34 (2003): 291-305.

A partir de los años sesenta del siglo XX, se inicia una carrera vertiginosa de ocupación del suelo de esa zona, pero en general es el tiempo de crecimiento exponencial de la ciudad. La ocupación se hace de manera informal y no planificada; es la historia de toda ciudad latinoamericana. Por ello las llamadas “colonias populares” son periféricas y carentes de un trazo conveniente que les conecte con el resto de la ciudad; también en su origen carecen de servicios y equipamientos básicos, situación en donde son los pobladores los que con su trabajo solidario van modificando, en un largo tiempo, las condiciones de calidad de vida. Si miramos la colonia en sí misma, sus carencias de transporte y equipamientos serán mayores; si la miramos en el “sistema” de ciudad, muchas de las necesidades adquieren otras condiciones.

Sobre la conectividad, se encuentra al costado oriente de la autopista México-Nogales (o México-Pachuca), misma que corre de sur a norte. Justo se ubican en el tramo donde la autopista se convierte en vía de acceso controlado, con lo que ya no tienen ningún acceso directo a la misma. La autopista se vuelve un borde en sí, usando los postulados de Lynch.⁴¹ En el otro extremo, sur-norte, se encuentra la ladera de la serranía del Tepeyac, misma que tiene como límite una barda que separa la zona habitacional del Parque Nacional del Tepeyac, que siempre ha sido de vegetación escasa. Topográficamente se genera una hondonada. Esta condición física hace que las calles interiores terminen en cerradas y no haya continuidad vial y conectividad.

Por sus condiciones físicas, la colonia es una hondonada delimitada en su costado poniente por la autopista; por su lado oriente se eleva la serranía del Tepeyac. En el Parque Nacional del Tepeyac se mantiene una relación ajena en la medida en que sólo existe, en la parte más alta, un único acceso; es decir, está delimitado por una barda que ha

⁴¹ Kevin Lynch, *La imagen de la ciudad*, (GG, 1960).

intentado contener el crecimiento habitacional. En el centro hay torres eléctricas que, por su amplitud, hoy brindan un área que se puede ordenar y mejorar para su uso.

El trazo de la localidad prehispánica está presente y delimitada como Área de Conservación Patrimonial para el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).¹² El polígono donde se ubica la capilla-atrío-panteón tiene una elevación que lo distingue, una orientación dominante este-oeste reconocida en la fachada de la capilla de Santa Isabel de Portugal. Por su parte, el acueducto, que se encargaba de trasladar agua desde Naucalpan hasta la Villa de Guadalupe, tiene un trazo identificado con el borde del antiguo lago, lo que garantiza un escurrimiento del líquido por una ligera pendiente; sin embargo, hoy, además de que ya no funciona, está rota en un tramo, su estructura impide la continuidad vial —salvo en un punto— por lo que, para acceder al barrio, sólo se puede hacer desde tres puntos: yendo de norte a sur y cortando el barrio en dos, cruza una línea de alta tensión cuyo ancho lo identifica como “Las Torres”.

La situación habitacional forma parte de la estructura urbana, pero también responde al patrón de ocupación de la colonia y a una tipología habitacional desarrollada a partir de los años setenta. Es decir, el primer momento de ocupación es en los alrededores del poblado original para identificar otro momento al norte y al sur, pero en el lado poniente del eje, marcado por las torres de alta tensión. La ocupación del lado oriente de las torres es una tercera si se encuentra en un terreno de suave pendiente; la cuarta ocupación se realiza, también, en el lado oriente de las torres, pero en las faldas de la serranía; pronto muchas de las familias fueron desalojadas por ocupar el Parque

¹² “Programa General de Desarrollo Urbano”, Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (Ciudad de México, 2010), <http://201.144.81.106:8080/seduvi/>

Nacional. Este es el origen del cerco que delimita la parte habitacional y que impide la relación de los vecinos con el mismo parque. Las dimensiones del lote estándar fluctúan entre 150 y 200 metros. Donde la vivienda se desarrolla con el tiempo, da forma a la capacidad económica de las familias y sus propios miembros. Hoy la vivienda es un tema consolidado ya que incluso es territorio de intervención del Instituto de Vivienda de la Ciudad de México (INVI), a través de su Programa de Mejoramiento de Vivienda

Sobre el espacio público. Existe el Parque del Mestizaje, importante no sólo para esa colonia sino también para las colonias vecinas. El amplio espacio que generan las torres está mal aprovechado al permitir el uso de espacios privados y tener varios espacios recreativos colocados involuntariamente a lo largo del tiempo.

Sobre el transporte. La colonia está ubicada junto a la estación Indios Verdes, línea 3 del Metro, la cual conecta con la Ciudad de México. Además, los alrededores de la estación están atestados de transporte micro que viaja a varios puntos del área metropolitana y del Estado de México. No hay transporte público dentro de la colonia, por lo que la gente suele caminar.

Sobre el equipamiento. Como gran parte de la metrópoli y el territorio de la Ciudad de México, sus equipamientos brindan servicios a diferentes escalas. Las referidas a la educación, la salud, así como las infraestructuras de agua y saneamiento, son atendidas; sin embargo, a nivel comunitario o vecinal, la situación no es la misma, donde destacamos la ausencia de equipos de salud de primer contacto o espacios de calidad relacionados con la recreación.

El caso como ejercicio de vinculación del Taller de Arquitectura 1-A y 1-B

Objeto del Taller de Arquitectura 1-A y 1-B

La carta temática del curso dice que el objeto es: “solución al problema ambiental, funcional, estructurante y urbano-arquitectónico”. ¿Cómo interpretar “la solución a un problema” donde los estudiantes, al finalizar el curso, tienen que ser capaces de realizar un proyecto arquitectónico con un nivel de complejidad medio en cuanto a sus aspectos ambientales, urbanos, funcionales, formales y tecnológicos, apegados a la normativa vigente y con base en estudios previos y la conceptualización?

La práctica en un territorio donde se identifican problemas ambientales-físicos-sociales-culturales e incluso problemas de la vida cotidiana, permite tener “un aprendizaje situado” (Díaz Barriga, 2003).⁴³ Se reconocen problemas que deben ser explicados y analizados, que requieren propuestas espaciales basadas en un intercambio con la población directamente afectada. Hoy, las viejas soluciones no se pueden repetir, entendidas como programas arquitectónicos para edificios monotemáticos. La sociedad está cambiando y es dinámica.

El objeto de aprendizaje

Es marcado como:

- Abordar y resolver de manera eficiente propuestas de solución a la problemática ambiental, funcional, de estructuración

⁴³ Frida Díaz Barriga Arceo, “Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo”, *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 5, núm. 2 (2003): 1-13.

- y urbano-arquitectónico del proyecto realizado en la UEA Taller de Arquitectura I-A (véanse figuras 1, 2 y 3);
- realizar una autoevaluación del concepto de diseño final elaborado en la etapa anterior, del caso de estudio;
 - integrar el proyecto al contexto, los controles pasivos, las ecotecnias aplicables al proyecto y desarrollar el conjunto arquitectónico;
 - definir criterios estructurales y de sistemas constructivos para el proyecto.

Al margen del orden de los objetos planteados, lo que queda claro es la ausencia de verbos relacionados con la actividad “creación”: imaginar, idear, proyectar, hacer, relacionar, preguntar-responder.

Figura 1
Esquema de los pasos implementados en el ejercicio de la materia.
Taller 1-A. Autora: Georgina Sandoval.

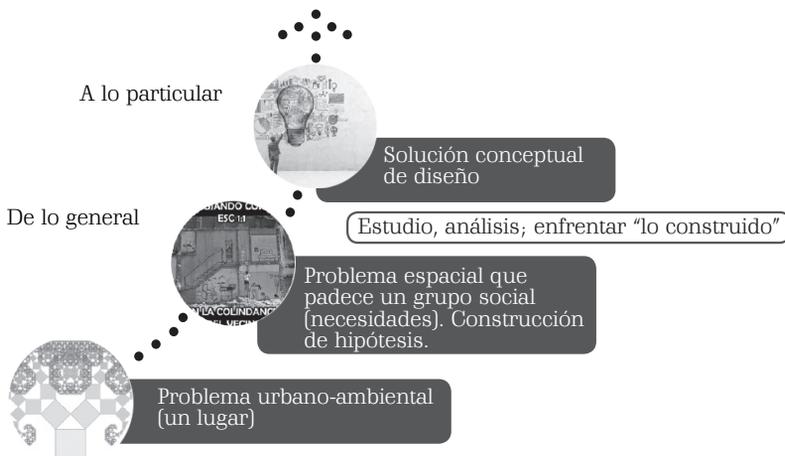


Figura 2
 Esquema conceptual de los pasos metodológicos.
 Autora: Georgina Sandoval.

Trabajo a partir de la problematización

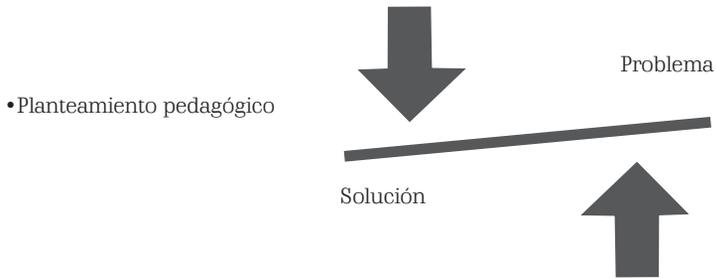
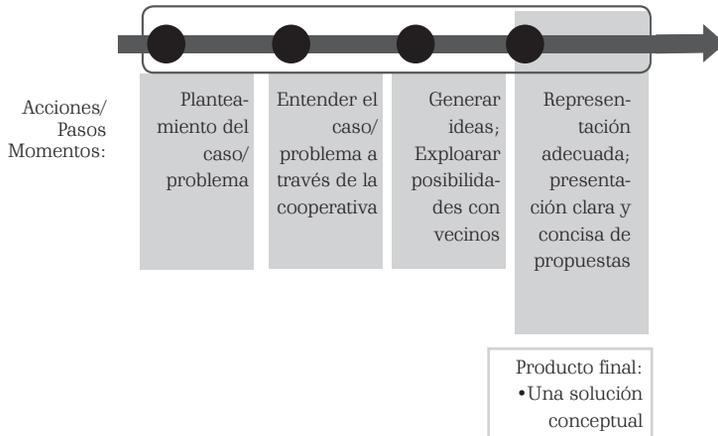


Figura 3
 Esquema metodológico basado en "Aprendizaje orientado a proyectos".
 Autora: Georgina Sandoval.

Método de trabajo para un proyecto 1-A
 Objetivo: Abordar y resolver a un nivel de diseño conceptual,
 proyectos arquitectónicos cortos

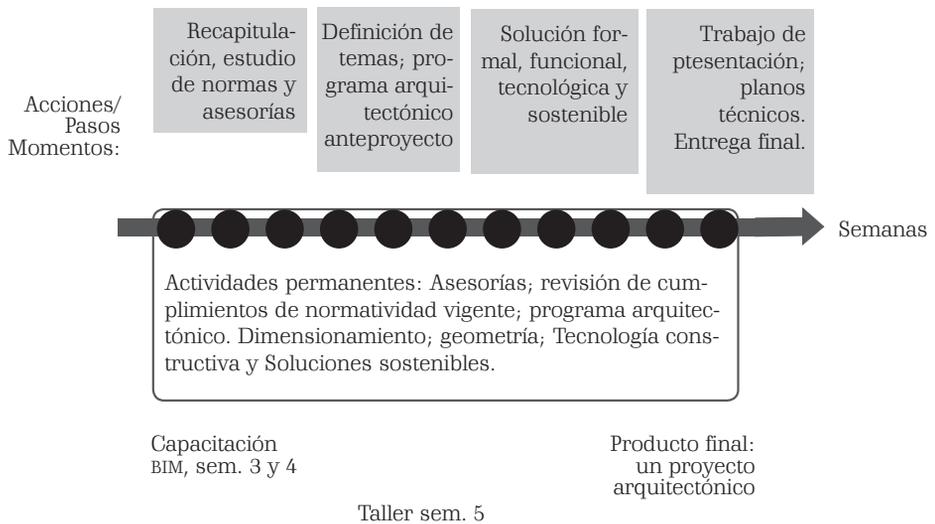


Los temas seleccionados son:

- a. Propuesta para el Parque Nacional del Tepeyac.
- b. Adecuación de diversos espacios recreativos -proyecto de parque lineal sobre avenida de Las Torres.
- c. Rehabilitación de la capilla de Santa Isabel de Portugal (siglo XVI) y propuesta para restauración del acueducto.
- d. Clínica de primer contacto para la colonia.

Figura 4

Esquema del contenido y desarrollo metodológico del Taller de Arquitectura 1-B.
Autora: Georgina Sandoval.



Retos docentes

El concepto de diseño es el tema más complicado de trabajar en la docencia con estudiantes visuales que trabajan poco con la imaginación. El reconocimiento de la problemática espacial llevó a imaginar un conjunto de proyectos de diferentes escalas que buscaban soluciones espaciales para relacionar el Parque Nacional del Tepeyac y la dotación de equipamientos para la recreación y los servicios de salud, los cuales se vinculan a través del tratamiento del espacio público. De tal manera que el concepto de diseño integró diferentes escalas y funciones.

La metodología de trabajo en el taller; la metodología de trabajo colaborativo o diseño participativo con las familias de la cooperativa, recurrió a los principios del diseño participativo. Un diagnóstico donde la comunidad expresa sus valoraciones sobre el lugar; la comunidad universitaria escucha volver con los mismos temas tratados por los vecinos, pero dando información y datos sobre éstos. Así la percepción cambia, se modifica y se hacen acuerdos, especialmente para el trabajo de los estudiantes de arquitectura. En otra sesión se trabajan las propuestas, el tema vuelve a ser cómo dejar de mirar “un solo objeto” para establecer las relaciones entre ellos.

Workshop Internacional BIM

La creciente aceptación de BIM en la construcción, debido a sus probados beneficios,⁴⁴ ha llevado a algunas universidades a adoptar la metodología e incorporarla en sus planes y programas de estudio. Según Wu e Issa,⁴⁵ existe una brecha entre la educación y las expectativas de

⁴⁴ Badiru Yusuna Yusuf, Kherun Nita Ali y Muhammad Rashid Embi, “Building Information Modeling as a Process of Systemic Changes for Collaborative Education in Higher Institution”, en 3rd Global Conference on Business and Social Science (2016): 820-827.

⁴⁵ Wei Wu y Raja RA Issa, “BIM Education and Recruiting: Survey-Based Comparative Analysis of Issues, Perceptions, and Collaboration Opportunities”. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice* 140, núm. 2 (2014): 04013014.

la industria AEC (Architecture, Engineering & Construction). La preparación de los estudiantes en el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), y la metodología BIM, ahora es el nexo entre la formación institucional y las demandas del sector.⁴⁶ Además, las tecnologías emergentes como BIM, son un método didáctico y una estrategia de enseñanza eficiente para mejorar los resultados de aprendizaje.⁴⁷ Este documento propone el uso de BIM para mejorar la educación en servicio del desarrollo comunitario.

El interés por incorporar gradualmente la metodología BIM en el currículo universitario requiere de una extensa investigación. Para contribuir a la incorporación de los estudiantes al mercado laboral, es necesario reconocer sus beneficios didácticos y su estado del arte en la universidad. Se están desarrollando múltiples estudios empíricos en todo el mundo, que muestran resultados favorables en cuanto a motivación y satisfacción del estudiante con el uso de BIM.⁴⁸ Además, otros

⁴⁶ Sanjeev Adhikari, Pavan Meadati y Minsoo Baek, "The Implementation of BIM Application in University Teaching: Case Study of Construction Management Program" (Conferencia, ASEE'S Virtual Conference, At Home with Engineering Education, 2020).

⁴⁷ Benjamin Sánchez *et al.*, "Usage of Building Information Modeling for Sustainable Development Education" (Presentado en, 2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access, 2020).

⁴⁸ José Ferrandiz, David Fonseca y Abdulaziz Banawi, "Mixed Method Assessment for BIM Implementation in the AEC Curriculum", en *International Conference on Learning and Collaboration Technologies* (Switzerland: Springer International Publishing, 2016): 213-222; Amparo Bernal López-Sanvicente y Ángel Rodríguez Sáiz, "La expresión gráfica como disciplina transversal para la enseñanza de la metodología BIM en los estudios de Arquitectura Técnica". Libro de actas del Congreso CODIPROCIN 2018: Congreso para la Difusión de la Producción Científica e Investigadora. 26 de octubre de 2018, ed. por María Luisa Fanjul Fernández, Alejandro Barceló Hernando y Roberto Morales Estevez, [Amec Ediciones, 2018]. León I. Cascante y J. J. Pérez Martínez. "Docencia colaborativa en BIM. Desde la tradición y dirigida por la expresión gráfica arquitectónica". *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica* 23, núm. 32 (2018): 76-87; Roman Shults, "Development and Implementation of Innovative Educational Modules on Architectural Photogrammetry for Bachelor's Degree Curricula in Architecture", *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-5/W3* (2019): 115-120; Alia Besné, David Fonseca e Isidro Navarro, "Why Building Information Modelling

estudios afirman que los alumnos tienen una mejor comprensión de los proyectos y trabajan más rápido al emplear esta metodología.¹⁹ De acuerdo con Jin, Xiaowei, Li, Piroozfar y Painting,²⁰ los estudiantes tienen la percepción de que BIM les dará una ventaja competitiva al graduarse.

A principios de 2020, La Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB), España, La Escuela Técnica Superior de Arquitectura La Salle (URL), España, y la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco (UAM Azcapotzalco), México, vieron la necesidad de promover nuevas formas de interacción online entre instituciones y resaltar las ventajas de incluir la educación BIM en los planes y programas de estudio. Con este interés organizan el Primer Workshop Internacional BIM para que, por medio de un estudio de caso, se puedan observar y evaluar las vivencias de los participantes. La investigación de BIM como método didáctico busca proporcionar pautas para incluir la metodología como estrategia de enseñanza-aprendizaje. Generar experiencias y reflexionar acerca de ellas, nos permitirá avanzar en la definición de una estrategia adecuada para la implantación de BIM en la currícula.

La intención de este ejercicio fue promover escenarios de aprendizaje basados en situaciones reales. Para ello se utilizó la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como componente pedagógico, porque a través de este enfoque los estudiantes desarrollan un pen-

and why now: Literacy study of BIM implementation in architecture”, 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (2020): 1-6, doi: 10.23919/CISTI49556.2020.9140910.

¹⁹ José Ferrandiz, Abdulaziz Banawi y Enric Peña, “Evaluating the Benefits of Introducing ‘BIM’ based on Revitin Construction Courses, without Changing the Course Schedule”, *Access in the Information Society* 17 (2018): 491-501.

²⁰ Ruoyu Jin *et al.*, “Comparisons of Students Perceptions on BIM practice among Australia, China and UK”, *Engineering, Construction and Architectural Management* (2019).

samiento crítico, reflexivo y un rol más activo en su proceso de enseñanza-aprendizaje.²¹ Además, en los procesos ABP, la experiencia del estudiante es motivadora y le ayuda a entender mejor los retos de la industria.²² Según Tsai, Chen, y Chang,²³ el ABP influye de manera efectiva en las habilidades sociales y de resolución de problemas. La combinación de la educación BIM y la pedagogía ABP crea una base sólida para la enseñanza de la arquitectura al proporcionar un marco de planificación para la docencia.

En cuanto a la finalidad social, la intención de este workshop fue acercar a los estudiantes a experiencias que los vincularon con la vida pública y la participación ciudadana. La colaboración activa de los estudiantes en la resolución de problemas comunitarios mejora sus resultados de aprendizaje.²⁴ Este ejercicio busca beneficiar directamente a una población en condiciones de vulnerabilidad. A través de dinámicas de diseño participativo, los equipos proyectaron una clínica de primer contacto acorde con las necesidades externadas por los vecinos de

²¹ Yupeng Luo y Wei Wu, "Sustainable Design with BIM Facilitation in Projectbased learning", *Procedia engineering* (Elsevier) 118 (2015): 894-826, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.519>; Sánchez *et al.*, "Usage of Building Information Modeling for Sustainable Development Education".

²² Isidro Navarro *et al.*, "Teaching Evaluation Using Augmented Reality in Architecture: Methodological Proposal". 7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies CISTI 2012 (IEEE, 2012), 1-6; Sánchez *et al.*, "Evaluación del desempeño académico mediante realidad aumentada en la carrera de ingeniería". Conferencia anual sobre fronteras en la educación (Madrid: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, 2014): 1527-1533; David Fonseca *et al.*, "Student Motivation Assessment Using and Learning Virtual and Gamified Urban Environments". Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (Cadiz: Association for Computing Machinery, 2017): 1-7; Jingxiao Zhang, Haiyan Xie y Hui Li "Project Based Learning with Implementation Planning for Student Engagement in BIM Classes". *International Journal of Engineering Education* 35, núm. 1 (2019): 1-13.

²³ Meng-Han Tsai, Kuan-Lin Chen y Yu-Lien Chang, "Development of a Project-Based Online Course for BIM". *Sustainability* 11, núm. 20 (2019): 1-18.

²⁴ Sánchez *et al.*, "Usage of Building Information Modeling for Sustainable Development Education".

la colonia Santa Isabel Tola. Estas necesidades fueron abordadas desde una diversidad de visiones (alumnos, docentes, expertos, usuarios, asociaciones) que confluyeron en una misma tarea: contribuir a través de propuestas arquitectónicas a mejorar la calidad de vida de la comunidad. El entregable final fue un modelo BIM con una solución real y asequible.

El ejercicio implicó la combinación del aula física, el aula virtual y el trabajo de campo. Durante dos semanas, los involucrados tuvieron cita en las instalaciones del Architectural Representation Center, del Departamento de Representación Arquitectónica y en el Departamento de Investigación y Conocimiento de la División de Ciencias y Artes para el Diseño. En estos espacios se llevó a cabo parte del trabajo colaborativo. En cambio, el trabajo entre universidades (UPC, La Salle) se realizó en línea. Este fue un esfuerzo por potenciar la cooperación, sensibilización y familiarización entre estudiantes alejados geográficamente. Además, distinguir mutuamente nuestra labor es una situación obligada para intercambiar experiencias, identificar buenas prácticas y llevar a cabo acciones conjuntas. La posibilidad de observar la multiplicidad de opiniones y el trabajo desarrollado en otras universidades es un propósito nada insignificante.²⁵

Uno de los objetivos BIM es crear una cultura donde todos los agentes logren colaborar de forma eficiente y efectiva, ya que las competencias profesionales son cada vez más colectivas.²⁶ Las universidades deben

²⁵ Koldo Unceta, ed., *La cooperación al desarrollo en las universidades españolas* (Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes; Madrid: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2008), <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59854/bmc6t136>

²⁶ Muhammad Tariq Shafiq, Jane Matthews y Steve Lockley, "A Study of BIM Collaboration Requirements and Available Features in Existing Model Collaboration Systems", *ITcon* 18 (2013): 148-161.

pasar de la actual colaboración disciplinaria hacia la multidisciplinaria para que los futuros arquitectos logren el éxito profesional.²⁷ Por tanto, la educación BIM no debería limitarse a la aplicación de herramientas, también debería centrarse en los beneficios de la colaboración. Según Ferrandiz, Banawi y Peña,²⁸ BIM es un entorno totalmente colaborativo donde tienes fácil acceso a la información. La dinámica del workshop consistió en definir roles y responsabilidades. Se conformaron equipos interuniversitarios y se establecieron perfiles de trabajo según las competencias de cada estudiante; sin embargo, se animó a todos a experimentar los principios, métodos y herramientas básicas BIM y a afrontar las diferentes complejidades del proyecto.

Este workshop buscó crear un espacio digital que despertara el interés de los alumnos por BIM, ya que sin duda estarán inmersos en esta metodología al culminar sus estudios. Empleando diversas herramientas tecnológicas como *revit architecture*, los estudiantes experimentaron procesos de diseño novedosos. Contaron con distintos soportes de aprendizaje y el asesoramiento de expertos BIM. Se utilizó Zoom y Dropbox, plataformas que permitieron la integración y el intercambio de información en tiempo real. Un total de 40 estudiantes, profesores y expertos BIM, tuvieron acceso a documentación y recursos de apoyo. También durante la jornada, diferentes conferencistas dieron su reflexión acerca de las actuales exigencias de la profesión. Los estudiantes pudieron asistir a webinars de formación en *revit*, impartidos por el doctor Isidro Navarro, docente de la ETSAB. Es importante aclarar que en la realización de esta primera experiencia surgieron una serie de dificultades logísticas, la principal: conciliar fechas de implementa-

²⁷ Miguel Ángel Pérez Sandoval, Isidro Navarro Delgado y Georgina Sandoval, "Building information modeling academic assessment", en *World Conference on Information Systems and Technologies* (Springer, Cham, 2020): 231-237.

²⁸ Ferrandiz, Banawi y Peña, "Evaluating the Benefits of Introducing...", 491-501.

ción entre escuelas con diferentes periodos académicos (trimestral y semestral).

Fueron múltiples los desafíos que surgieron antes y durante el workshop, entre ellos coordinar los objetivos de aprendizaje, los horarios curriculares, las responsabilidades docentes y los problemas técnicos de la comunicación online, además de conciliar las diferentes formas de investigación y diseño que existen entre instituciones. A pesar de las dificultades por la separación físico-temporal y las diferencias profesionales, los estudiantes generaron cuatro propuestas arquitectónicas. Estas propuestas respondieron a las necesidades externadas por la comunidad, quien solicitó el proyecto de una clínica de primer contacto. Según la encuesta diagnóstica aplicada antes del workshop,²⁹ sólo el 20 por ciento de los estudiantes conocía algunos conceptos o herramientas BIM, por lo que no se les exigió un elevado nivel de desarrollo. La implementación de la actividad se describe brevemente en los siguientes pasos:

1. *Acercamiento*. La comunidad de Santa Isabel Tola tuvo un acercamiento con la doctora Georgina Sandoval para solicitar asesoría a la universidad.
2. *Investigación*. Previo al workshop, los estudiantes realizaron una investigación de la ubicación para hacer una lectura del contexto urbano, el paisaje y su población.
3. *Reconocimiento*. Los alumnos visitaron el lugar e hicieron entrevistas a los habitantes para comprender, en una interacción colectiva, lo que está más allá de los mapas y la información.
4. *Propuesta*. Después de aprender sobre el lugar y trabajar con la gente se concluyó la necesidad de una clínica de primer contacto.

²⁹ Sandoval, Navarro y Sandoval, "Building Information Modeling Academic Assessment", 231-237.

5. *Proyección*. Durante el workshop los estudiantes desarrollaron el diseño solicitado con base a la información del emplazamiento y usando el software *revit*.
6. *Evaluación*. En una exposición ante la comunidad, profesores y expertos, fue entregado el proyecto.
7. *Reflexiones y conclusiones*. Las reflexiones y conclusiones de cada equipo se compartieron con la clase y se debatieron.

Metodología

El trabajo reporta los resultados del Primer Workshop Internacional BIM. Este contó con conferencias impartidas por especialistas con experiencia práctica. En el laboratorio, los estudiantes fueron capacitados en las herramientas de software que permiten la actividad BIM. Se conformaron equipos interuniversitarios y se desafió a cada uno a generar un proyecto que considerara las necesidades de un colectivo. Al finalizar el ejercicio, los estudiantes realizaron exposiciones orales a profesionales, docentes y comunidad, quienes proporcionaron retroalimentación a cada equipo. A través de encuestas y entrevistas se buscó documentar la percepción de los estudiantes participantes, así como describir los desafíos y aciertos del enfoque adoptado.

La encuesta se llevó a cabo en un formato dinámico y actualizable de Google Forms, lo que permitió su distribución en línea. Esta fue aplicada por parte de la UAM Azcapotzalco de la Ciudad de México a dos grupos de 7.º y 9.º trimestre (3.º año de licenciatura) dentro de la asignatura Taller de Diseño Arquitectónico I-A y II-A, durante la semana “7” del trimestre 19-O. A su vez se contó con la participación de dos estudiantes de 4.º año de la ETSAB-UPC y dos de la escuela La Salle-ETSALS-URL.

El cuestionario fue resuelto por un total de 27 estudiantes de tres escuelas de arquitectura.

Cada alumno respondió una serie de preguntas, de corte cuantitativo. El objetivo general fue recopilar las experiencias vividas en el proceso de aprendizaje teórico-práctico de los estudiantes. Además, los objetivos específicos que se buscaron con esta iniciativa fueron:

- Evaluar el método explicativo del workshop;
- conocer las dificultades de organización y trabajo en equipo;
- conocer el nivel de motivación para aprender la metodología BIM;
- conocer la percepción de los beneficios que representa BIM para el alumno;
- conocer la percepción del nivel de conocimientos y habilidades BIM alcanzados.

Para alcanzar los objetivos se diseñaron una serie de reactivos divididos en tres secciones: 1) evaluación del workshop; 2) conocimiento BIM alcanzado; y 3) valoración de BIM. El propósito es reconocer y valorar, por parte de los estudiantes, los conocimientos, habilidades y experiencias vividas. En suma, contar con evidencia empírica que contribuya a la inserción de la metodología BIM a la currícula de Arquitectura en la UAM Azcapotzalco.

Resultados

A continuación se describe la encuesta, iniciando por el sistema de entrega, la estructura y la población.

Sistema utilizado para la compilación de datos: Cuestionario anónimo distribuido vía correo institucional, a través de la herramienta Google Forms.

Descripción: El cuestionario constó de tres bloques. El primero contenía cuatro preguntas cerradas; la primera pregunta dicotómica o excluyente, la segunda y tercera se valoran en escala Likert de cinco categorías, el grado de concordancia con los enunciados propuestos, siendo uno “totalmente bajo”, y cinco, “totalmente alto”. Finalmente, la cuarta pregunta es enunciativa. El segundo bloque consta de 13 afirmaciones en las que los participantes valoran los conocimientos BIM alcanzados mediante la escala Likert, empleando la misma valoración que el bloque anterior. Este segundo bloque también incluyó una pregunta abierta, central en este estudio, con el propósito de registrar la definición BIM del participante. Por último, el bloque tres presenta cuatro preguntas cerradas, donde los participantes expresaron su valoración de BIM con base a las experiencias vividas en el workshop, utilizando también la escala Likert.

Población

- Se contó con una población de 27 participantes, de los cuales 71 por ciento fueron hombres y 29 por ciento mujeres, con edades variadas que oscilan entre los 21 y 31 años. También fue un grupo heterogéneo en cuanto a nacionalidades, siendo México quien tuvo más participación con 24 estudiantes, seguido por España con tres, y uno de Irán.
- El 87 por ciento de los encuestados indicó que es la primera vez que participaba en un workshop de este tipo.

En este artículo nos enfocaremos en la definición de BIM, en función de la siguiente pregunta: Describe brevemente, ¿qué entiendes por BIM?, y se contrastará con las respuestas expresadas por los estudian-

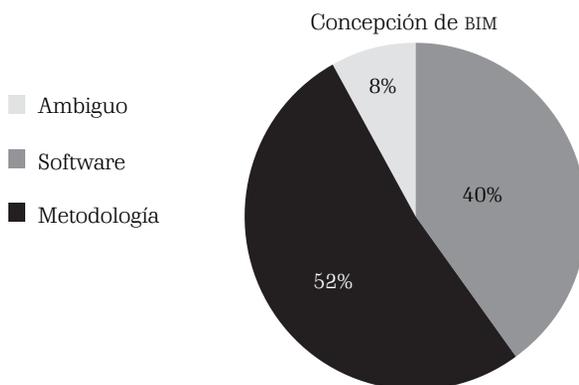
tes en la encuesta diagnóstica. Los resultados más frecuentes se organizaron en dos categorías:

1. BIM es un software integral;
2. BIM es una metodología.

Al concluir el workshop, el 52 por ciento de los estudiantes percibieron BIM como una metodología, mientras que el 40 por ciento lo concibieron como un software. El 8 por ciento restante no contestó o fue ambigua su respuesta.

Figura 5

Describe brevemente, ¿qué entiendes por BIM? Encuesta final.



A continuación se muestran algunas definiciones expresadas por los estudiantes:

- 1.- BIM es un software integral.
 - “Software integral que permite realizar la mayor parte del proceso constructivo del proyecto arquitectónico.”

- “Son un conjunto de programas para modelar y crear planos teniendo en cuenta la parte de diseño y la parte estructural junto con la de costos.”
- “Está compuesta por diferentes plataformas la cuál es trabajar en un mismo proyecto.”

2.- BIM es una metodología

- “BIM es una metodología para la gestión y resolución de un proyecto.”
- “Es un sistema de trabajo en el que distintos profesionales, con una actividad referente al ámbito de la construcción, pueden coordinarse y trabajar en tiempo real, resolviendo así la mayor parte de las problemáticas que llegaran a surgir en una construcción, optimizando el tiempo de trabajo y disminuyendo costos en el material desperdiciado.”
- “Es una metodología que te permite una mejor elaboración de un proyecto arquitectónico, es más preciso y completo.”
- “Metodología de trabajo colaborativo para un desempeño más eficiente en cualquier proyecto a desarrollar.”

Los estudiantes que conceptualizan BIM como una metodología, destacan características importantes como su utilidad para gestionar y resolver proyectos con mayor precisión y de forma integral, su utilidad para trabajar de manera colaborativa y coordinada, además de su utilidad para optimizar el tiempo y costes en la construcción.

Contraste entre la primera encuesta diagnóstica vs. la encuesta final del workshop

En octubre de 2019 se aplicó la encuesta de diagnóstico distribuida en línea y diseñada por profesores de la ETSAB y de la UAM a los grupos participantes en el 1.º workshop BIM.³⁰ El objetivo fue obtener un diagnóstico que permitiera conocer las competencias tecnológicas de los estudiantes participantes antes del workshop BIM. Esta encuesta cualitativa se organizó en cuatro apartados: 1) perfil de usuario; 2) aptitudes y herramientas; 3) conocimientos BIM y; 4) opinión. Con el fin de contrastar las opiniones de los alumnos participantes antes y después de la experiencia, se seleccionaron los resultados más significativos de los apartados “conocimientos BIM” y “opinión”.

Resultados de la 1.º encuesta diagnóstica en cuanto al concepto de BIM

En relación con la 1.º encuesta de diagnóstico, la mayoría de los estudiantes afirmaron conocer o haber oído hablar sobre la metodología BIM, algunos incluso la definen en detalle:

- “Metodología para crear modelos digitales y a la par manejar toda la información que conlleva un proyecto arquitectónico.”
- “Metodología para trabajo conjunto y simultáneo en la construcción.”
- “Metodología de trabajo en la que profesionales en distintos ámbitos de la construcción pueden trabajar paralelamente para la simulación digital de un proyecto.”

³⁰ Sandoval, Navarro y Sandoval, “Building Information Modeling Academic Assessment”, 231-237.

- Es la propuesta de un diseño en varias áreas de conocimiento, se involucran diversas especialidades para poder llegar a un proyecto integral, donde se trabajan simultáneamente todos los campos.

La metodología BIM carece de una definición única, existen autores que la conciben como una herramienta de modelado en 3D, mientras que otros la perciben como una metodología de gestión de proyectos para la construcción.³⁴ Debido a que el concepto de BIM es tan complejo y diverso, se aprecia que más de la mitad de los encuestados lo entienden como una plataforma o un conjunto de software usado en la industria de la construcción, como se muestra a continuación:

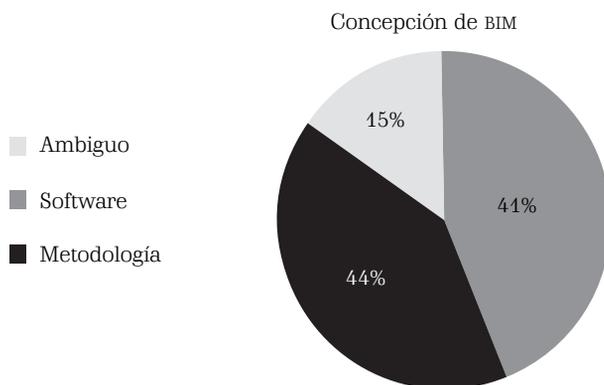
- “Es un conjunto de software que ayuda en el proceso de la concepción de una edificación. Son modelos tridimensionales que ayudan a los profesionales de la construcción a diseñar, proyectar y representar un proyecto en sus distintas etapas.”
- “Programas que son utilizados para ayudarnos con los modelados y representación.”
- “Es un programa de construcción que te permite además realizar cálculos relacionados con materiales y costos.”
- “Es un software que te ayuda a la creación, cuantificación y modelado del proyecto.”

Los resultados de los participantes en la primera encuesta diagnóstico se expresan en la figura 6, donde de un total de 27 respuestas, el 41 por ciento de los estudiantes perciben BIM como una metodología,

³⁴ Carolina Briones Lazo y Carolina Ogueta Soto, “La enseñanza de BIM en Chile, el desafío de un cambio de enfoque centrado en la metodología por sobre la tecnología”. *Blucher Design Proceedings* 3, núm. 12 (2017): 431-438.

el 44 por ciento lo conciben como un software y el 15 por ciento no contestó o su respuesta fue ambigua.

Figura 6
¿Define brevemente qué entiendes por BIM? (realizada antes del workshop).



Al contrastar los resultados de la primera y segunda encuesta sobre el concepto BIM, hay un ligero aumento del 41 al 52 por ciento donde los estudiantes afirman que BIM es una metodología, mientras que la comprensión de BIM como software, disminuyó del 44 al 40 por ciento. Por otro lado, las respuestas ambiguas se redujeron de un 15 a un 8 por ciento.

Conclusiones

La importancia de BIM como tema de investigación radica en la paulatina incorporación de esta metodología en el currículo universitario, lo que permitirá reconocer sus beneficios docentes y didácticos, y encontrar mecanismos que favorezcan la preparación integral del alumno. La implementación de BIM debe ser, ante todo, una decisión estratégica

para mejorar la competitividad institucional y la vigencia de la titulación. Es urgente invertir en investigación y formación BIM, y aprovechar las sinergias entre el mundo académico y profesional.

El propósito del workshop fue brindar a los estudiantes, contenidos comprometidos con la transformación social y la conciencia colectiva, que los capacitarán en los procesos de demanda de los colectivos excluidos del derecho a la vivienda y la ciudad. Por ello se buscaron respuestas arquitectónicas adecuadas a un planteamiento global, que integrarán los puntos de vista socioculturales, económicos, ambientales, políticos y tecnológicos de un emplazamiento específico. Así, este estudio buscó ser un punto de referencia entre la formación BIM y las demandas de los sectores más desprotegidos, además de fortalecer y fomentar la colaboración entre instituciones.

El primer workshop internacional BIM se realizó como un caso de estudio para investigar la práctica BIM, específicamente las percepciones y motivaciones de alumnos relacionadas con su aplicación. Según este estudio, el concepto de BIM de los estudiantes mejoró después del workshop, al contrastar las respuestas de la encuesta diagnóstica con las respuestas de la encuesta final. El porcentaje de alumnos que entienden BIM como metodología, creció 11 puntos porcentuales. Aunque es un porcentaje relativamente bajo, se puede entender que obedece al enfoque técnico del workshop, así como a la corta duración del mismo.

La necesidad de profesionales BIM es indiscutible, y los académicos no podemos permanecer ajenos a la digitalización de la profesión. No es forzoso dominar todas las tecnologías, pero sí ser capaces de crear entornos de trabajo estimulantes e innovadores para afrontar los desafíos futuros. Aún no se pueden obtener conclusiones sobre las consecuencias académicas y profesionales de la implementación de BIM, se requiere una amplia investigación y que un buen número de universidades trabajen con estas aplicaciones. También es cierto que los mo-

tivos para no implementar BIM ya son anticuados. BIM en la educación permite analizar cómo se relacionan los componentes de un edificio entre sí, un hecho práctico y didáctico al mismo tiempo. Sería una pena que el mundo académico no utilizara las ventajas de esta metodología a su favor.

Fuentes consultadas

Bibliografía

- ADHIKARI, Sanjeev, Pavan Meadati y Minsoo Baek. "The Implementation of BIM Application in University Teaching: Case Study of Construction Management Program". Conferencia pronunciada en ASEE'S Virtual Conference, At Home with Engineering Education, 2020.
- BESNÉ, Alia, David Fonseca e Isidro Navarro. "Why Building Information Modelling and why now: Literacy Study of BIM implementation in Architecture". *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (2020): 1-6, doi: 10.23919/CISTI49556.2020.9140910
- BROADBENT, Geoffrey. *Emerging Concepts in Urban Space Design*. London: E & FN Spon, 1996.
- BURGOS, Carlos. "La condición cognitiva esencial del diseño arquitectónico: morfología y dinámica del proceso y la acción proyectual". *ADNea. Revista de Arquitectura y Diseño del Nordeste Argentino* 1, núm. 1 (2013): 53-62.
- CASCANTE, León I., y J. J Pérez Martínez. "Docencia colaborativa en BIM. Desde la tradición y dirigida por la expresión gráfica arquitectónica". *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica* 23, núm. 32 (2018): 76-87.
- DIAZ BARRIGA Arceo, Frida. "Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo". *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 5, núm. 2 (2003): 1-13.
- FERRANDIZ, José, David Fonseca, y Abdulaziz Banawi. "Mixed Method Assessment for BIM Implementation in the AEC Curriculum". En *International Conference on Learning and Collaboration Technologies*. 213-222. Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

- FERRANDIZ, José, Abdulaziz Banawi y Enric Peña. "Evaluating the Benefits of Introducing "BIM" based on Revitin Construction Courses, without Changing the Course Schedule". *Access in the Information Society* 17 (2018): 491-501.
- FONSECA, David, Sergi Villagrasa, Isidro Navarro, Ernest Redondo, Francesc Valls, Josep Llorca, Macarena Gomez-Zevallos, Alvaro Ferrer y Xavi Calvo. "Student Motivation Assessment Using and Learning Virtual and Gamified Urban Environments". *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. 1-7. Cadiz: Association for Computing Machinery, 2017.
- HAYS, K. Michael, ed. *Architecture Theory Since 1968*. Columbia: Books of Architecture, 1998.
- JIN, Ruoyu, Patrick Xiaowei Zou, Bo Li, Poorang Piroozfar y Noel Painting. "Comparisons of Students Perceptions on BIM practice among Australia, China and UK". *Engineering, Construction and Architectural Management*. (2019).
- LAZO, Carolina Briones y Carolina Ogueta Soto. "La enseñanza de BIM en Chile, el desafío de un cambio de enfoque centrado en la metodología por sobre la tecnología". *Blucher Design Proceedings* 3, núm. 12 (2017): 434-438.
- LÓPEZ-SANVICENTE, Amparo Bernal y Ángel Rodríguez Sáiz. "La expresión gráfica como disciplina transversal para la enseñanza de la metodología BIM en los estudios de Arquitectura Técnica". En *Libro de actas del Congreso CODIPROCIN 2018: Congreso para la Difusión de la Producción Científica e Investigadora*. 26 de octubre de 2018. Editado por María Luisa Fanjul Fernández, Alejandro Barceló Hernando y Roberto Morales Estevez. Amec Ediciones, 2018.
- LUO, Yupeng y Wei Wu. "Sustainable Design with BIM Facilitation in Project-based learning." *Procedia Engineering* (Elsevier) 118 (2015): 891-826. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.519>.
- LYNCH, Kevin, *La imagen de la ciudad*. GG, 1960.
- MALLGRAVE, Harry Francis. *The Architect's Brain. Neuroscience, Creativity and Architecture*. Reino Unido: Wiley-Blackwell, 2010.
- MARTÍNEZ BARACS, Rodrigo. "Tepeyácac en el Códice de Tlatelolco." *Estudios de Cultura Náhuatl* 34, (2003): 294-305.

- MONTANER, Josep. *Del diagrama a las experiencias, hacia una arquitectura de la acción*. España: GG, 2014.
- . *Sistemas arquitectónicos contemporáneos*. España: GG, 2008.
- NAVARRO, Isidro, Ernest Redondo, Albert Sánchez, David Fonseca, Nuria Martín y David Simón. "Teaching Evaluation Using Augmented Reality in Architecture: Methodological Proposal". En *7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies CISTI 2012*. IEEE (2012): 1-6.
- NESBITT, Kate, ed. *Theorizing a New Agenda for Architecture: an Anthology of Architectural Theory 1965-1995*. E.U.: Princeton Architectural Press, 1996.
- PÉREZ Sandoval, Miguel Ángel, Isidro Navarro Delgado y Georgina Sandoval. "Building Information Modeling Academic Assessment". *World Conference on Information Systems and Technologies*, 231-237. Springer, Cham, 2020.
- SÁNCHEZ, A., E. Redondo, D. Fonseca, e I. Navarro. "Evaluación del desempeño académico mediante realidad aumentada en la carrera de ingeniería". En *Conferencia anual sobre fronteras en la educación*. 1527-1533. Madrid: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, 2014.
- SÁNCHEZ, Benjamin, Romeo Ballinas-González, Miguel Rodríguez-Paz y Juan Arturo Nolasco-Flores. "Usage of Building Information Modeling for Sustainable Development Education". Artículo presentado en 2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access, 2020.
- SALDARRIAGA, Alberto. "El posmodernismo arquitectónico como crítica." En *Formación del arquitecto: posmodernidad*. Colombia: Escala, 2003.
- SANDOVAL, Georgina y Miguel Ángel Pérez. "Diseño participativo: ¿innovación con futuro?". *Taller Servicio 24 Horas*, núm. 16, (2012).
- SHAFIQ, Muhammad Tariq, Jane Matthews y Steve Lockley. "A Study of BIM Collaboration Requirements and Available Features in Existing Model Collaboration Systems". *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)* (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) 18, 2013: 148-161.
- SHULTS, Roman, "Development and Implementation of Innovative Educational Modules on Architectural Photogrammetry for Bachelor's Degree Curricula in Architecture." *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII* (5/W3), 2019: 115-120.

- TSAI, Meng-Han, Kuan-Lin Chen y Yu-Lien Chang. "Development of a Project-Based Online Course for BIM learning." *Sustainability* 11, (2019): 1-18.
- UNCETA, Koldo, ed. *La cooperación al desarrollo en las universidades españolas*.
- VALDEZ MEDINA, E. A, H Ramirez de Alba, y M. Mejía López. "The Guadalupe Aqueduct: Historical Monument at Risk." En *9th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions*. Ciudad de México, 2014.
- VISCHER, ROBERT. "On the Optical Sense of Form: A Contribution to Aesthetics". En *Empathy, Form, and Space: Problems in German Aesthetics, 1873-1893*. Editado por Robert Vischer, Harry Francis Mallgrave y Eleftherios Ikonomou, 89-123.
- WALTER KRUFFT, Hanno. *Historia de las Teorías de la arquitectura. Desde la Antigüedad hasta el Siglo XX*. España: Editorial Alianza, 1990.
- WU, Wei y Raja RA Issa. "BIM education and recruiting: Survey-based comparative analysis of issues, perceptions, and collaboration opportunities". *Journal of professional issues in engineering education and practice* 140, núm. 2 (2014).
- YUSUF, Badiru Yusuna, Kherun Nita Ali, y Muhammad Rashid Embi. "Building Information Modeling as a Process of Systemic Changes for Collaborative Education in Higher Institution." 820-827. *3rd Global Conference on Business and Social Science*, 2016.
- ZHANG, Jingxiao, Haiyan Xie, y Hui Li. "Project Based Learning with Implementation Planning for Student Engagement in BIM Classes." *International Journal of Engineering Education* 35, núm. 1, (2019): 1-13.

Webs citadas

- Alicante: *Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes*. Madrid: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2008. <https://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc6t136>
- Real Academia Española. "Diccionario de la lengua española". <https://dle.rae.es>
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (Ciudad de México, 2010). "Programa General de Desarrollo Urbano". <http://201.144.81.106:8080/seduvi/>.