

Diseñando Experiencias Académicas en Torno a BIM

GUIÓN

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVO
3. RESULTADOS
4. CONCLUSIONES
5. REFERENCIAS

INTRODUCCIÓN

El presente material es producto de los avances en mis estudios doctorales en la Universidad Politécnica de Cataluña en Barcelona España el cual está inscrito dentro del Programa – “Patrimonio Arquitectónico, Civil, Urbanístico y Rehabilitación de Construcciones Existentes”. Pertenece a la Escuela Técnica superior de Arquitectura Barcelona (ETSAB), programa coordinado por el Departamento de Representación Arquitectónica. Participo con mi tesis titulada “Planteamiento de una estrategia de inclusión BIM en la currícula de Arquitectura de la UAM Azcapotzalco”, la cual está incluida en el proyecto de Investigación N-514, denominado “BIM y sus beneficios para la docencia y la construcción”.

El sector de la construcción en el mundo está empleando BIM -Building Information Modeling / Modelado de Información para la Edificación- en el desarrollo de la industria. Este sector busca profesionales capacitados que conozcan y trabajen eficazmente proyectos llevados a cabo con la metodología. La creciente demanda ha obligado a las universidades a avanzar en la adopción de nuevos conocimientos e implementar una variada gama de cursos de manera aislada y poco sistematizada. Sin embargo, la práctica en algunas instituciones se ha basado principalmente en un sistema pedagógico no consolidado y carente de estándares educativos.

Como profesor y coordinador de licenciatura he detectado la necesidad de la industria de la construcción de profesionales cualificados en BIM. De esta manera, el tema que se propone es la adopción de dicha metodología en instituciones de educación superior a través de su integración temprana en los planes y programas de estudios de la Licenciatura en Arquitectura. Para ello, se requiere de una revisión exhaustiva de la literatura, donde se reconozcan los fundamentos teóricos y epistemológicos de esta metodología y se haga una valoración crítica de los antecedentes, tendencias, fundamentos normativos, estándares internacionales, procesos y métodos, entre otros aspectos destacables.

Como punto de partida se pretende establecer las competencias del arquitecto que demanda el sector de la construcción y que deviene, en parte, de los avances tecnológicos. Una vez establecidas dichas competencias, algunas preguntas a plantear incluyen:

- ¿Cómo se deben modificar los programas de estudios de arquitectura para responder a las necesidades profesionales actuales y futuras?
- ¿Puede BIM servir a la docencia en el desarrollo de competencias y elevar el rendimiento académico de los estudiantes?

Como producto resultante se busca crear una propuesta generalizada para un programa de Arquitectura en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Azcapotzalco que integre la metodología BIM. Dicha propuesta debe considerar al menos los siguientes aspectos:

- Definir las competencias BIM generales y específicas que el estudiante debe adquirir para el ejercicio profesional.
- Establecer una programación de contenidos, temporal y metodológica, que garantice la adquisición de competencias BIM.

Será indispensable evaluar el estado actual y los desafíos que presenta la implementación de BIM en la educación superior y en la industria, a través de:

- Comprender los requerimientos BIM desde la perspectiva de la industria y la educación superior.
- Explorar y evaluar el estado actual y los desafíos asociados a la educación en BIM.
- Examinar casos de éxito en universidades nacionales y/o internacionales.

El resumen de estas evidencias buscará extraer conclusiones sobre las competencias y necesidades profesionales de los arquitectos del siglo XXI, así como de los desafíos y requerimientos de las universidades para incorporar tecnologías asociadas a la arquitectura. Finalmente, mi deseo por profundizar en BIM es incorporar de lleno esta metodología a la formación universitaria y buscar mecanismos que potencien una preparación integral del alumno. Para ello se debe reconocer y explorar las posibilidades que ofrecen las tecnologías emergentes, entendidas no sólo como un mecanismo para la actualización profesional, sino como una herramienta docente para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

OBJETIVO

El trabajo de investigación a realizar busca profundizar en la metodología BIM (Building Information Modeling) y su uso cada vez más extendido en la industria de la construcción. Los conceptos y procesos BIM configuran un potencial indiscutible como metodología de enseñanza y como tal deben encontrar un formato de implantación óptimo para responder con éxito al triple reto de, uno, capacitar a los estudiantes que requieren la inminente implementación, dos, colaborar para mejorar el aprendizaje en general, y tres, adaptarse a los recursos y formatos existentes.

El principal objetivo de esta investigación radica en la necesidad de implementar la metodología BIM en la currícula universitaria. Para ello, se analizarán una serie de estudios realizados en distintos países en los que estas prácticas ya se han reflejado resultados. Se identificarán aquellas competencias básicas que requieren los futuros profesionales para concluir cómo es que BIM favorece su adquisición. Finalmente se diseñará un plan de trabajo que utilice procesos estandarizados y herramientas digitales BIM.

- Determinar las competencias básicas que son y serán requeridas en los futuros profesionales de la arquitectura.
- Estudiar el proceso actual en una construcción desde el diseño hasta la entrega, para determinar los beneficios de la metodología BIM.
- Establecer los pasos para implementar una metodología BIM en la universidad.

RESULTADOS

El trabajo llevado a cabo implementó BIM en un ejercicio interuniversitario. A través de un estudio de caso real se observaron y evaluaron las experiencias de 27 alumnos de la Universidad Autónoma Metropolitana de Azcapotzalco (UAM-Azc), la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB) y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura La Salle. En el "1er Taller Internacional BIM en la Resolución de Proyectos Sociales 2020" (URL) se realizó un anteproyecto de equipamiento urbano en la Ciudad de México (CDMX). La actividad buscó explorar y fomentar la participación en entornos virtuales, aplicar la metodología BIM y acercar a los estudiantes a escenarios comprometidos con la realidad social. La evaluación de la experiencia del usuario se realizó con una encuesta cuantitativa y los resultados mostraron una adopción favorable de los sistemas BIM. Este trabajo además es la 1a etapa de interoperabilidad académica entre la ETSAB, La Salle URL y la UAM Azcapotzalco.

Alumnos, docentes y profesionales de las tres instituciones unieron esfuerzos para resolver en dos semanas el anteproyecto de una clínica de primer contacto en una comunidad con poco acceso a los servicios de salud. El workshop se realizó 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. La interacción en línea entre las instituciones de educación superior ETSAB - UPC, ETSALS - URL y la UAM Azcapotzalco, buscó potenciar el aprendizaje a través de la reflexión, la colaboración, la sensibilización y el diálogo. Los

docentes se centraron en la observación, análisis e interpretación de la interacción virtual.

Los estudiantes participaron en procesos creativos con programas de modelado paramétrico como Revit Architecture. También contaron con diferentes recursos y la orientación de profesionales BIM para realizar propuestas en respuesta a las necesidades de la comunidad Santa Isabel Tola, Gustavo A. Madero, CDMX. A través de una plataforma estudiantes, profesores y profesionales de la industria intercambiaron información. Los 40 participantes dispusieron de documentación y recursos esenciales que se alojaron en la nube. A lo largo de la jornada, los especialistas ofrecieron un panorama de la transformación digital del sector y aportaron una reflexión crítica sobre la profesión y su implicación en el contexto social. Los estudiantes además asistieron a seminarios de formación gratuitos impartidos por el Dr. Isidro Navarro.

La dinámica consistió en formar equipos interuniversitarios y asignar perfiles de trabajo a cada integrante de acuerdo a sus habilidades en herramientas tecnológicas avanzadas. Se establecieron roles para que todos pudieran enfrentar las complejidades del proceso de gestión de la información digital y experimentaran los principios, procedimientos y herramientas básicas BIM. Aunque surgieron dificultades por la separación físico - temporal y las diferencias culturales, los estudiantes generaron 4 propuestas arquitectónicas. Según el pre-test diagnóstico (Sandoval, Delgado & Sandoval, 2020), solo 20% conocía algunos conceptos o herramientas BIM previamente. Por lo que no se les requirió un alto nivel de desarrollo del proyecto, pero sí, que demostrar habilidades tecnológicas y de colaboración básicas. Además, se debía cumplir con el fin social del workshop, dar respuestas arquitectónicas en favor del desarrollo local.

Mención de los aspectos metodológicos más relevantes

El objetivo general de esta investigación busca justificar la necesidad de introducir BIM en el currículo de la UAM Azcapotzalco. Pero como toda innovación que aspira a ser aceptada, son los beneficios que se evidencian en el trabajo de los estudiantes los que promoverán su adopción. Como conjetura inicial, se anticipa que las universidades en México tienen dificultades para articular programas de formación que brinden a sus egresados las habilidades tecnológicas necesarias para integrarse al mercado laboral y ejercer adecuadamente.

El enfoque metodológico plantea en su hipótesis general la necesidad de incluir BIM en el plan de estudios, para mejorar la formación de los estudiantes de arquitectura de la UAM Azcapotzalco. Por tanto, está dirigido a comprender las perspectivas, opiniones, significados y experiencias de los participantes al trabajar con BIM. En congruencia, se pretende obtener los datos de encuestas a estudiantes y entrevistas en profundidad con profesores. La riqueza informativa se encuentra en ahondar en las experiencias del workshop internacional entre la UPC Barcelona y la UAM Azcapotzalco.

- Fase de control. En esta etapa, los estudiantes responden a un cuestionario de diagnóstico que evaluará su estado actual de conocimiento BIM. Los resultados de esta evaluación permiten identificar sus deficiencias y potencialidades tecnológicas, para orientar mejor su formación posterior.
- Fase de formación. Sobre la base de la evaluación de diagnóstico, se proporcionará una formación BIM durante una semana. La intención es homogeneizar los conocimientos del grupo.
- Aplicación BIM. Los estudiantes deben integrar sus conocimientos BIM adquiridos en la fase de formación durante el taller internacional que tiene una duración de dos semanas.
- Obtención de resultados. A través de un cuestionario que se aplicará a los estudiantes, se recopilará información veraz, objeto de esta investigación. A su vez, se realizará una entrevista con el profesor del grupo, para conocer su experiencia al implementar la metodología BIM.
- Evaluación. Finalmente, se desea llegar a argumentos derivados de las premisas evaluadas, producto del pensamiento crítico y una evaluación de los resultados obtenidos.

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 (Sánchez et al; 2020). Este ejercicio busca un beneficio directo a una población en condiciones de vulnerabilidad. A través de dinámicas de diseño participativo los equipos proyectaron una clínica de primer contacto acorde a las necesidades externadas por los vecinos de 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.

La implementación de la actividad se describe brevemente en los siguientes pasos:

1. Acercamiento. La comunidad Santa Isabel Tola tuvo un acercamiento con la Dra. Georgina Sandoval, para solicitar ayuda.
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 del lugar y trabajar con la gente se concluyó acerca de la necesidad de una clínica de primer contacto.
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, se realizó la entrega del proyecto.
7. Reflexiones y conclusiones. Las reflexiones y conclusiones de cada equipo se compartieron con la clase y se debatieron.

El trabajo reporta los resultados del Primer Workshop Internacional BIM. El workshop 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. Está fue aplicada por parte de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco de la ciudad de México a dos grupos de 7o y 9o trimestre (3er 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 cuarto 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.

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 vistas 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 motivos 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.

REFERENCIAS

Adhikari, S., Meadati, P., & Baek, M. (junio, 2020). The Implementation of BIM application in University Teaching: Case Study of Construction Management Program. Trabajo presentado en ASEE'S Virtual Conference, At home with Engineering Education.

Baracs, R. M. (2003). Tepeyácac en el Códice de Tlatelolco. Estudios de Cultura Náhuatl, 34, 291-305.

Bernal, A. y Rodríguez, Á. (2018, mayo). Plan Estratégico de Expresión Gráfica para implementar BIM en un Grado en Arquitectura Técnica. En la Cuarta Conferencia Internacional sobre Avances en la Educación Superior .

Besné, A., Fonseca, D., & Navarro, I. (2020, June). Why Building Information Modelling and why now: Literacy study of BIM implementation in architecture. In 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (pp. 1-6). IEEE.

Burgos, Carlos (2013). "La condición cognitiva esencial del diseño arquitectónico. Morfología y dinámica del proceso y la acción proyectual" en ADNea Revista de Arquitectura y Diseño del nordeste argentino- Vol 1 N.º 1. Argentina.

- Broadbent, Geoffrey (1996). *Emerging concepts in urban space design*, ed. Spoon. Reino Unido.
- Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5(2), 1-13.
- Española, R. A. (1999). Real academia española Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.4 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [Consulta: 23/Enero/2020].
- Ferrandiz, J., Banawi, A., & Peña, E. (2018). Evaluating the benefits of introducing “BIM” based on Revit in construction courses, without changing the course schedule. *Universal Access in the Information Society*, 17(3), 491-501.
- Ferrandiz, J., Fonseca, D., & Banawi, A. (2016, July). Mixed method assessment for BIM implementation in the AEC curriculum. In *International Conference on Learning and Collaboration Technologies* (pp. 213-222). Springer, Cham.
- Fonseca, D., Villagrasa, S., Navarro, I., Redondo, E., Valls, F., Llorca, J., ... & Calvo, X. (2017, October). Student motivation assessment using and learning virtual and gamified urban environments. In *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 1-7).
- Hanno Walter Kruff (1990): “Historia de las Teorías de la Arquitectura. Desde la antigüedad hasta el siglo XX” Alianza Editorial. España.
- Hays, Michael (1998). *Architecture theory since 1968*, Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos.
- Jin, R., Zou, P. X., Li, B., Piroozfar, P., & Painting, N. (2019). Comparisons of students’ perceptions on BIM practice among Australia, China and UK. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Koldo Unceta (2017). *La cooperación al desarrollo de las universidades españolas*. Madrid: Agencia Española de Cooperación Internacional. Dirección General de Relaciones Culturales y Científicas.
- León Cascante, Í., & Pérez Martínez, J. J. (2018). Docencia colaborativa en BIM. Desde la tradición y dirigida por la expresión gráfica arquitectónica. *EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 23(32), 76-87.
- Luo and W. Wu, "Sustainable Design with BIM Facilitation in Project-based Learning," *Procedia Engineering*, vol. 118, pp. 819-826, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.519>.
- Lynch, K.(1960). *La imagen de la ciudad* (Vol. 11).ISBN/EAN: 9788425228278. Editorial GG.
- Mallgrave, Harry (2010): *The Architect’s Brain. Neuroscience, Creativity and Architecture*. Wiley-Blackwell. Reino Unido.
- Montaner, Josep (2008). *Sistemas arquitectónicos contemporáneos*, Gustavo Gili, España.
- Montaner, Josep (2014). *Del diagrama a las experiencias, hacia una arquitectura de la acción*, Gustavo Gili, España.
- Navarro, I., Redondo, E., Sánchez, A., Fonseca, D., Martí, N., & Simón, D. (2012, June). Teaching evaluation using augmented reality in architecture: Methodological proposal. In *7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2012)* (pp. 1-6). IEEE.

Nesbitt, Kate (1996). *Theorizing a new agenda for architecture: an anthology of architectural theory 1965- 1995*, Princeton Architectural, Estados Unidos.

Saldarriaga, Alberto (2003): "El posmodernismo arquitectónico como crítica", en Colección Formación del Arquitecto, Posmodernidad, Escala, Colombia.

Sandoval, G. y Pérez, M.A. (2012)Diseño participativo: ¿innovación con futuro? Taller Servicio 24 Horas ISSN 2007-8684 Vol. 8, núm. 16 (2012)

Sandoval, M. Á. P., Delgado, I. N., & Sandoval, G. (2020, April). Building Information Modeling Academic Assessment. In *World Conference on Information Systems and Technologies* (pp. 231-237). Springer, Cham.

Sanchez, B., Ballinas, R., Rodriguez, M. & Nolasco, J., A. (junio,2020). Usage of building information modeling for sustainable development education. Trabajo presentado en ASEE 'S Virtual Conference, At home with Engineering Education.

Sánchez, A., Redondo, E., Fonseca, D., Navarro, I. (2014). Evaluación del desempeño académico mediante realidad aumentada en la carrera de ingeniería. A: *Conferencia anual sobre fronteras en la educación. "2014 IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings"*. Madrid: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), 2014, p. 1527-1533.

Secretaria de Desarrollo Urbano y Vivienda (2010). Programa General de Desarrollo Urbano, Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Ciudad MX. Recuperado de:<http://201.144.81.106:8080/seduvi/>[consulta realizada el 22/05/2021].

Shafiq, M. T., Matthews, J., & Lockley, S. (2013). A study of BIM collaboration requirements and available features in existing model collaboration systems. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 18, 148-161.

Shults, R. (2019). Development and implementation of innovative educational modules on architectural photogrammetry for bachelor's degree curricula in architecture. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(5/W3).

Tsai, M. H., Chen, K. L., & Chang, Y. L. (2019). Development of a project-based online course for BIM learning. *Sustainability*, 11(20), 5772.

Valdez, E. A., Ramírez, H., Mejía, M.(2014) .THE GUADALUPE AQUEDUCT: HISTORICAL MONUMENT AT RISK. SAHC2014 – 9th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions. Mexico City, Mexico, 14–17 October.

Wu, W., and Issa, R. R. (2013). BIM education and recruiting: Survey-based comparative analysis of issues, perceptions, and collaboration opportunities. *Journal of professional issues in engineering education and practice*, 140(2), 04013014.

Yusuf, B. Y., Ali, K. N., & Embi, M. R. (2016). Building Information Modeling as a Process of Systemic Changes for Collaborative Education in Higher Institution. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 219, 820-827.

Zhang, J., Xie, H. y Li, H. (2018). Aprendizaje basado en proyectos con planificación de implementación para la participación de los estudiantes en las clases BIM. En t. *J. Eng. Educ*, 35, 310-322.