

## CASO DE ESTUDIO: USO DEL ENTORNO COMÚN DE DATOS EN ASIGNATURA “PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL”

### CASE STUDY: USE OF THE COMMON DATA ENVIRONMENT IN THE COURSE "CIVIL ENGINEERING PROJECTS"

T. E. Ramírez Ortegón<sup>1</sup>  
S. O. Álvarez Romero<sup>2</sup>  
M. L. Gómez Lara<sup>3</sup>

#### RESUMEN

La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Yucatán ha impulsado que la preparación de sus alumnos sea acorde a los avances tecnológicos del mundo en el que nos encontramos. En este trabajo se describe la inclusión de la asignatura de Modelado de la Información para la Construcción (BIM por sus siglas en inglés) en el plan de estudios de la licenciatura, así como el impacto y aceptación que tiene en los estudiantes los conocimientos adquiridos y el uso de un Entorno Común de Datos (CDE por sus siglas en inglés) para promover el trabajo colaborativo a distancia y en tiempo real, en el desarrollo de proyectos de sus asignaturas de diseño e integradoras. En encuestas a estudiantes de Proyectos de Ingeniería Civil I, se obtuvo que poco más del 40% consideran positiva la práctica del Modelado de la Información de la Construcción en dicha asignatura y el 74% ven valiosa herramienta usar un CDE, ya que promueve y optimiza la colaboración y toma de decisiones entre las diferentes disciplinas del proyecto.

#### ABSTRACT

The School of Civil Engineering at the Autonomous University of Yucatan has promoted the preparation of its students in line with the technological advances of the world we live in. This work describes the inclusion of the subject of Building Information Modeling (BIM) in the undergraduate curriculum, as well as the impact and acceptance that the acquired knowledge and the use of a Common Data Environment (CDE) have on students to promote collaborative work remotely and in real time during the development of capstone projects in design and integrative courses. Through surveys conducted by students of the undergraduate course Civil Engineering Projects I, it was found that just over 40% consider the practice of Building Information Modeling in this subject to be positive, and 74% see the use of CDE as a valuable tool, as it promotes and optimizes collaboration and decision-making remotely among the different disciplines of the project.

#### ANTECEDENTES

La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Yucatán ha impulsado que la preparación de sus alumnos sea acorde a los avances tecnológicos del mundo en el que nos encontramos. En 2006, se inicia la inclusión del concepto de “Modelado de la información de la construcción” (MIC) como asignatura optativa en la opción “Temas Selectos” para el área de construcción de la licenciatura de ingeniería civil.

El modelado de la información de la construcción, BIM por sus siglas en inglés Building Information Modeling, es una nueva forma de gestionar los proyectos de construcción y la academia debe desarrollar las competencias para la aplicación de esta tecnología por parte de los alumnos y proveerlos de herramientas vigentes para su práctica profesional. En el plan de estudios de 2017, “se retoman los elementos necesarios para reforzar el atributo de egreso

<sup>1</sup> Profesor de Carrera, Universidad Autónoma de Yucatán. teresa.ramirez@correo.uady.mx

<sup>2</sup> Profesor de Carrera, Universidad Autónoma de Yucatán. aromero@correo.uady.mx

<sup>3</sup> Profesor de Carrera, Universidad Autónoma de Yucatán. mlourdes.gomez@correo.uady.mx

relacionado con el empleo de las más modernas herramientas de ingeniería para una práctica profesional de competencia internacional” (Facultad de Ingeniería, 2017).

Aunado a lo interior, el Plan de Estudios 2017 menciona: “5) la incorporación de nuevas áreas y tecnologías en los planes de estudio de la licenciatura deberá hacerse sin descuidar el desarrollo científico y tecnológico de la ingeniería mexicana”, indicando la importancia de incluir las herramientas necesarias para encontrarnos a la vanguardia en tecnologías...” (Facultad de Ingeniería, 2017).

Por lo anterior y después de la revisión de los estudios de pertinencia y las opiniones de los egresados, empleadores, cámaras y colegios se decide incluir la asignatura de Modelado de la Información para la Construcción (MIC) como obligatoria para la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Yucatán, entrando en vigor en 2017. Con la intención de que los alumnos obtengan los conocimientos necesarios para utilizar BIM en la vida laboral, puesto que es indispensable en el desarrollo actual de las Obras.

La asignatura MIC se ubica en el séptimo semestre dentro del plan de estudios 2017 y se liga a las asignaturas de Procedimientos de Construcción, Planeación, Ejecución de Proyectos y Estimación de Costos de manera directa. El objetivo es que los estudiantes comprendan y apliquen el proceso de integración del diseño y la construcción, creando modelos digitales tridimensionales de las características físicas y funcionales de elementos de una obra civil, en todo el ciclo de vida del proyecto, mediante el uso de herramientas de modelado y simulación como Autodesk Revit y Autodesk Navisworks respectivamente.

Durante el semestre, los alumnos conocen el concepto completo de BIM, los usos que se le pueden dar a los modelos, así como, los estándares internacionales que existen alrededor de la metodología y aplican estos conocimientos en un proyecto integrador, en donde, por equipos, desarrollan los modelos de las principales especialidades de un proyecto de edificación, siguiendo los requerimientos de información para los modelos proporcionados por el profesor.

En 2020, con el inicio de la pandemia COVID 19 en México y el cambio a un método de enseñanza virtual, la elaboración de los modelos del proyecto integrador se volvió un reto para los estudiantes y profesores, al no poder reunirse físicamente para compartir archivos y revisar avances del proyecto. Para hacer frente a la necesidad de comunicación en grupos interdisciplinarios y con una comunicación combinada, en tiempo real y asíncrona y siguiendo la línea de incorporación de nuevas tecnologías en las asignaturas de la licenciatura, se optó por incorporar el uso de un Entorno Común de Datos o CDE (por sus siglas en inglés Common Data Environment) que permitiera a los estudiantes modelar en equipo y de manera simultánea su proyecto integrador y a los profesores a darle seguimiento a los avances, dudas y participación en cada uno de los modelos, todo lo anterior, desde casa.

Existen diferentes soluciones comerciales propuestas por los desarrolladores de softwares de esta índole, aun así, no existe una plataforma única que solucione o atienda las necesidades de todos los participantes. En este contexto, para la impartición de la asignatura MIC se optó por usar el CDE de Autodesk, llamado Autodesk Construction Cloud, debido que se logró

gestionar las licencias educativas suficientes para todos los estudiantes y profesores de la asignatura.

Las competencias desarrolladas en MIC pueden ser aplicadas en las asignaturas posteriores de diseño y en las de integración como lo son Proyectos de Ingeniería Civil I y Proyectos de Ingeniería Civil II.

Finalmente, la importancia de conocer los resultados será que se continúe trabajando en el CDE y que las asignaturas propias del diseño lo vayan incorporando y se logre que el estudiante desarrolle la competencia del uso del CDE en ambientes colaborativos y le facilite su inserción al mundo laboral.

### **Planteamiento del problema**

La enseñanza e implementación de BIM en los planes de estudio de los programas de arquitectura e ingeniería representa un desafío importante para el sector académico (Audevez et al., 2017). Los recién egresados de estos programas egresan con conocimientos muy básicos de herramientas BIM, dando como resultado que la escasez de profesionales capacitados en BIM siga siendo una barrera para la adopción universal de esta metodología en la industria (McDonald y Granroth, 2013).

La experiencia ha demostrado que los estudiantes participan en proyectos que utilizan BIM en ambientes laborales, por lo que, en 2023 se propuso llevar a cabo una iniciativa en la licenciatura que impulse a los estudiantes a aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura de Modelado de la Información de la Construcción en las asignaturas de diseño y posteriores a séptimo semestre, donde se integren los conocimientos de diseño y modelado como un reforzamiento a esta competencia.

BIM es un soporte en asignaturas relacionadas con el diseño y la gestión de información, dos cualidades inherentes a la metodología, que provee un lenguaje común sin importar la disciplina (González et al., 2021) y el uso de un Entorno Común de Datos BIM, se adapta práctica al proceso de enseñanza y permite al estudiante familiarizarse con la metodología BIM, que es la colaboración y gestión de la información.

Para evaluar la utilidad del uso de un entorno común de datos y la aplicación de los conocimientos adquiridos en la asignatura previa Modelado de Información de la Construcción en un proyecto desarrollado en clase, se seleccionó la asignatura “Proyectos de Ingeniería I” derivado de que la competencia general de la asignatura es “diseña un proyecto de infraestructura civil con claridad, exactitud y precisión, considerando las etapas relevantes del ciclo de vida del mismo (planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento y disposición final), los parámetros que inciden en éste (costo, tiempo, calidad, seguridad y sustentabilidad) y la normatividad relevante aplicable al proyecto” (Universidad Autónoma de Yucatán, 2017).

### **Objetivo**

El objetivo del presente estudio es discutir la conveniencia del uso de un entorno común de datos o CDE, como plataforma de colaboración BIM en un ambiente académico, específicamente para el proyecto de clase de la asignatura Proyectos de Ingeniería I, y ver la

utilidad de éste en otras materias de diseño, como parte del desarrollo de competencias de los estudiantes.

### **Justificación**

La enseñanza de BIM prepara a los estudiantes de ingeniería para enfrentar desafíos reales que tiene actualmente la industria de la construcción. Particularmente, aprender a usar un entorno común de datos BIM les permite desarrollar conocimientos y habilidades técnicas y trabajar en proyectos de construcción de manera colaborativa.

## **METODOLOGÍA**

### **Marco teórico**

El uso de BIM implica mucho más que hacer los modelos tridimensionales, es una nueva forma de realizar los diseños, revisarlos, y utilizarlos de manera colaborativa e interdisciplinaria. Uno de los aspectos más importantes de la metodología BIM es la gestión de toda la información que se genera durante todo el ciclo de vida de los proyectos.

De acuerdo con la Norma Internacional denominada ISO 19650 edición 2018, la cual regula la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido, mediante el uso de Building Information Modeling (BIM), un Entorno Común de Datos o CDE es un repositorio para cualquier activo de información del proyecto, que permite que las diferentes partes del proyecto colaboren y contribuyan a lo largo del ciclo de vida de un proyecto con una fuente única de información.

En primera instancia, cualquier servicio de almacenamiento en la nube como Google Drive, OneDrive y Dropbox cumple con el propósito descrito, pero cuando se trata de atender otros aspectos de la metodología BIM, como los estados de la información, trabajo en proceso, compartido, publicado y archivado, definidos también en la ISO 19650, donde la solución de uso general se puede quedar corta, un entorno común de datos especializado se convierte en clave para la buena gestión de la información de proyecto.

Los entornos comunes de datos modernos, además de ser un repositorio donde se centraliza toda la información digital alrededor de un proyecto, ofrecen otras funcionalidades tales como, la revisión del diseño, modelar de manera colaborativa, identificar y analizar interferencias, obtener dimensiones y cantidades de materiales, hacer anotaciones, entre otros. Estas prestaciones son servicios normalmente modulares que permiten, desde el punto de vista comercial, que los usuarios paguen solo por los servicios que usarán, haciéndolo accesible para proyectos y organizaciones pequeñas. En el caso del contexto académico, los desarrolladores de estos entornos comunes de datos ofrecen licencias mediante convenios a las instituciones de enseñanza, siendo estas las que se utilizan por los alumnos en el presente caso de estudio.

Adicional a las funcionalidades previamente mencionadas, los CDEs se pueden utilizar para monitorear el progreso del trabajo, registrar todas las actividades realizadas por varios miembros del equipo, mejorar la colaboración y evitar errores como duplicación de datos o documentos (Lestari et al., 2022).

En el aula, los profesores pueden compartir con los estudiantes información de entrada para los proyectos de clase, crear grupos de alumnos y espacios de colaboración, y revisar los avances de los proyectos de clase desde cualquier equipo y sin tener el software instalado. Por su parte, los alumnos pueden trabajar y modelar, si es necesario, de manera colaborativa, pueden utilizar el entorno común de datos como herramienta de comunicación con el profesor, y referir documentos en sus preguntas, además de que adquieren experiencia en este tipo de herramientas que ya son usadas en el contexto profesional.

**Alcance y muestra de la investigación**

La asignatura “Proyectos de Ingeniería Civil I” (PIC I) está conformada por cuatro Unidades que le permiten al estudiante recopilar toda la información necesaria y con esta desarrollar el diseño de cada una de las ingenierías que se requieren para la ejecución de un Proyecto de Ingeniería Civil, la Tabla 1 muestra las competencias de cada una de las Unidades.

**Tabla 1.** Descripción de las competencias desarrolladas en cada una de la Unidades PIC I

Unidad	Competencia por desarrollar
UNIDAD I Los proyectos de Infraestructura Civil y su ciclo de vida	Identifica el porqué de la necesidad de un Proyecto de Infraestructura Civil, las fuentes de información que inciden en su diseño y su ciclo de vida.
UNIDAD II Estudio sistémico de viabilidad y programación preliminar de un PIC	Determina con claridad la viabilidad de un PIC, incluyendo las restricciones de tipo técnico, económico, social y ambiental
UNIDAD III Parámetros de diseño y construcción que deben considerarse en un PIC	Identifica claramente cuáles son los parámetros de diseño y construcción que inciden en un PIC, así como la normatividad que rige su desarrollo
UNIDAD IV Diseño de sistemas estructurales de un PIC (estructurales, instalaciones, acabados, etc.)	Utiliza herramientas modernas propias de la ingeniería civil, de manera correcta y precisa, para desarrollar el diseño de un PIC que incluye, al menos: criterios de diseño, listado de especificaciones, lista de actividades y programa de éstas

La investigación es descriptiva, como un primer acercamiento a la utilización del entorno común de datos en el contexto académico y para la asignatura integradora, PIC I. Para lograr lo anterior se aplicaron encuestas a los estudiantes de los semestres enero-mayo 2023 y agosto-diciembre 2023 y se obtuvieron los siguientes resultados generales, los cuales se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Número de estudiantes que participan en el caso de estudio

2	No. de estudiante	Respuestas obtenidas	Equipos que respondieron
Ene-mayo 2023	27	13	Al menos 1 alumno de cada uno de los 7 equipos
Agos-dic 2023	45	32	Al menos 1 alumno de cada uno de los 7 equipos
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>45</b>	<b>62.5 % Respondieron la encuesta</b>

Esta encuesta permite conocer la opinión de los alumnos y la utilización que realizaron de la herramienta para el desarrollo del diseño de las diferentes ingenierías correspondientes a los

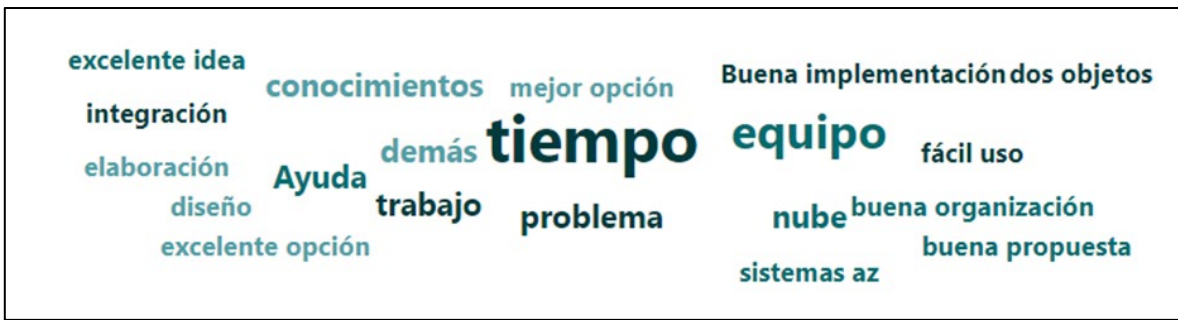
proyectos desarrollados. Los datos recolectados se analizan cuantitativamente para describir la utilidad y los beneficios que se destacan de la utilización del CDE.

**RESULTADOS**

En 2023, los estudiantes desarrollaron 18 proyectos, uno por cada equipo. Las características de los proyectos son diferentes entre sí, el tipo general es edificación, desde residencias, edificios de departamentos, comerciales y una clínica.

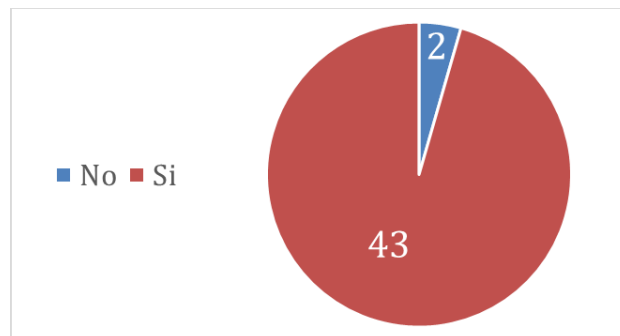
La Figura 1 muestra una nube de palabras que identifica comentarios generales sobre la utilización del CDE y de cómo su uso mejoró y apoyo el desempeño de los equipos. Los comentarios son positivos al referirse a como apoyo el CDE en el desarrollo del proyecto y en el trabajo colaborativo.

**Figura 1.** Nube de palabras sobre el apoyo obtenido al utilizar CDE



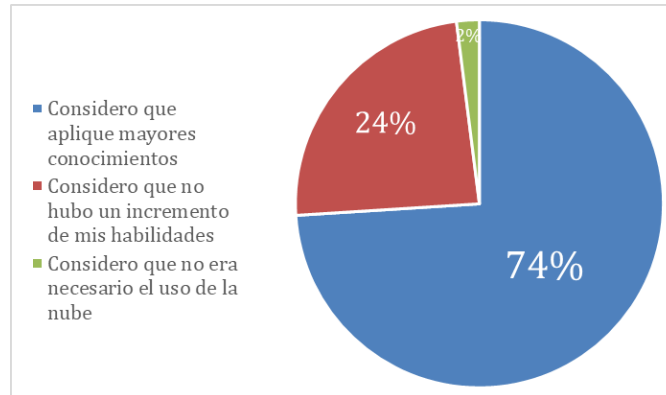
Al referirse a la práctica del modelado de la información, los alumnos en su totalidad indican que es una buena opción. La Figura 2 muestra que solo 2 alumnos de 43 opinaron que hubiesen preferido no utilizar BIM ni el ECD, el resto percibió como algo positivo practicar el Modelado de la Información de la Construcción en el proyecto de clase de la asignatura de Proyectos de Ingeniería I.

**Figura 2.** Alumnos del que consideraron positiva la práctica del Modelado de la Información de la Construcción



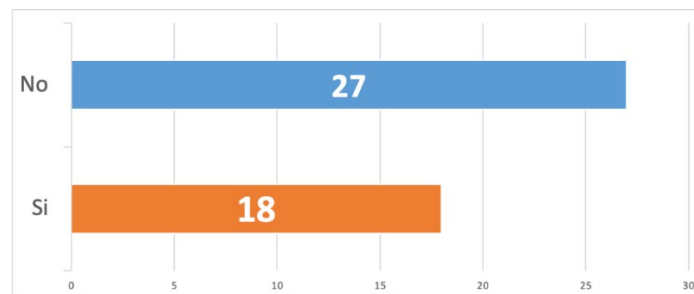
En cuanto al uso de CDE, los alumnos consideraron productiva la implementación del trabajo colaborativo en la nube, como se ve en los resultados de la Figura 3, pero un 24 % de los alumnos consideró útil, no mejoró sus habilidades.

**Figura 3.** Alumnos del que consideraron positiva el uso de la nube para el desarrollo del proyecto de la asignatura PIC I



Una de las preguntas cuestionaba a los estudiantes sobre si el uso del entorno común de datos resultó en un mayor tiempo dedicado al proyecto, y el 47% (18 estudiantes de 45) consideró que sí (ver Figura 4), y las razones por las que argumentaron que les llevó más tiempo son: 1) analizar el diseño del proyecto con mayor detalle requirió más tiempo (8 estudiantes); 2) ya no recordaban cómo usar el entorno común de datos (7 estudiantes) y; 3) por razones sobre la administración del entorno común de datos (3 estudiantes).

**Figura 4.** Estudiantes que consideraron que el uso del ECD resultó en más tiempo dedicado al proyecto



Al final de la encuesta se incluye una pregunta abierta sobre su percepción general sobre la utilización del entorno común de datos como parte del proyecto de la asignatura y 43 de los 45 estudiantes expresaron comentarios positivos, en los que resaltan el beneficio de utilizar estas tecnologías que están siendo adoptadas en la industria, el facilitar el trabajo colaborativo entre los integrantes de los equipos y, por último, el permitir un análisis más profundo del diseño mediante una revisión de interferencias entre sistemas del edificio y, así como, las revisiones colaborativas del diseño.

**CONCLUSIONES**

Los entornos comunes de datos, creados en concreto para proyectos de construcción y con soporte BIM, proveen una buena solución para las necesidades de mayor importancia en la gestión de la información; tales herramientas son aplicables al contexto académico y los estudiantes apoyan el uso de las herramientas mencionadas.

Los estudiantes externaron que utilizar un entorno común de datos en la asignatura de integración les permite aplicar y reforzar los conocimientos adquiridos en la asignatura de Modelado de la Información para la Construcción. Así mismo, reconocen que el uso de un CDE mejoró el desempeño de su trabajo como equipo, facilitando la coordinación de las especialidades del proyecto a desarrollar mediante el uso de las incidencias, trabajar de manera colaborativa, así como practicar la resolución de problemas y toma de decisiones del proyecto, todo en un entorno virtual.

Finalmente, los estudiantes reconocen la importancia de practicar, en un ámbito académico, el uso de un CDE, debido a que son habilidades y conocimientos que las empresas están aplicando como requisito de contratación, obteniendo una ventaja competitiva al ingresar al mercado laboral.

### BIBLIOGRAFÍA

- Audevez, S., Solís, R. y Zaragoza, J. (2017). Aplicación de la metodología para la generación de modelos BIM aprovechables en distintos usos de la etapa de ejecución de proyectos de edificación. En A. Poó y J. Rodríguez (Coords.), *BIM en la construcción*, pp. 113-126. Universidad Autónoma Metropolitana. <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/6754>
- Facultad de Ingeniería (2017). *Plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería Civil (MEFI)*. Universidad Autónoma de Yucatán. [https://www.ingenieria.uady.mx/academicos\\_licenciaturas\\_fi.php](https://www.ingenieria.uady.mx/academicos_licenciaturas_fi.php)
- González, J., Pereira, C., Najjar, M., & Naked, A. (2021). BIM and BEM methodologies integration in Energy-efficient buildings using experimental design. *Buildings*, vol. 11(10). [https://www.researchgate.net/publication/355435321\\_BIM\\_and\\_BEM\\_Methodologies\\_Integration\\_in\\_Energy-Efficient\\_Buildings\\_Using\\_Experimental\\_Design](https://www.researchgate.net/publication/355435321_BIM_and_BEM_Methodologies_Integration_in_Energy-Efficient_Buildings_Using_Experimental_Design)
- Lestari, S., Purwanto, H., & Saputra, J. (2022). Application of common data environment (CDE) as a method of design review in construction project. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 22(2), 103-109. <https://ojs2.pnb.ac.id/index.php/LOGIC/article/view/86>
- Macdonald, J., & Granroth, M. (2013, July 6-10). *Multidisciplinary AEC education utilising BIM/PLM tools and processes*. In 10<sup>th</sup> Product Lifecycle Management for Society (PLM), Nantes, France, pp. 663-674. <https://dl.ifip.org/IFIP-AICT-409/hal-01461914>
- Universidad Autónoma de Yucatán (2017). *Plan de Estudios de la Licenciatura de Ingeniería Civil*. [https://www.ingenieria.uady.mx/media/fi-licenciaturas/civil/docs/MEFI\\_Licenciatura\\_Civil\\_Documento\\_completo.pdf](https://www.ingenieria.uady.mx/media/fi-licenciaturas/civil/docs/MEFI_Licenciatura_Civil_Documento_completo.pdf)