

EL **M**ODELO
INTEGRADO PARA LA
CONSTRUCCIÓN EN LA
ENSEÑANZA DE LA
INGENIERÍA **C**IVIL Y
AMBIENTAL

ING. JULIO R. BAEZA PEREYRA
ING. GUILLERMO SALAZAR LEDESMA



INTRODUCCIÓN

La industria de construcción se encuentra en los primeros días de un cambio histórico en la forma cómo el proceso de diseño y construcción de edificaciones se lleva a cabo. Esto se debe al advenimiento de la información basada en la tecnología-concepto Diseño Integral de Proyectos (BIM). Con esta tecnología, la información fundamental requerida para la coordinación, la construcción y la operación del diseño de un proyecto se captura en modelos digitales al mismo tiempo que se diseñan los objetos necesarios. Las ventajas que ofrece BIM al sector de la construcción proporcionan premisas fuertes para superar la naturaleza fragmentada de la industria. En consecuencia, es probable que la industria tome en cuenta los nuevos procesos emergentes que unifican la separación tradicional del diseño: construcción, puesta en marcha y mantenimiento de proyectos¹.

BIM está ganando renombre entre los desarrolladores de proyectos a gran escala como la Administración General de Servicios (GSA, por sus siglas en inglés) que promueven ya su utilización en sus proyectos. Las asociaciones profesionales de diseñadores y de constructores tales como el Instituto Americano de Arquitectos, la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles y los Contratistas Generales Asociados de Estados Unidos revisan ahora cuidadosamente las implicaciones derivadas del uso del BIM para la práctica profesional futura. Los esfuerzos de estos profesionales junto con esta evolución tecnológica generarán un cambio que transforme procesos con una mejor colaboración y coordinación entre las diversas habilidades y la pericia implicada en el diseño y la construcción de edificios.

Para cubrir las demandas y los retos del cambio, el modelo educativo de la ingeniería civil necesita ser constantemente revisado; si no se hace caso a las tendencias del mercado, los educadores no serán líderes en la innovación, en comparación con el lado práctico de la profesión². Por esto, es imperativo que los educadores tengan acceso, experimenten y comprendan la tecnología que respalda al Modelo Integrado de Diseño y Construcción. Esto conlleva hacer recomendaciones curriculares para que los estudiantes aprendan a ser líderes en una industria transformada por la tecnología computacional.

Este trabajo describe las actividades educativas y los resultados logrados, hasta la fecha, durante los pasados cinco años en el Departamento Civil y Ambiental (CEE, por sus siglas en inglés) del Instituto Politécnico de Worcester, luego de la introducción del BIM en el plan de estudios. Se presentan los fundamentos de esta tecnología y los requisitos del software para ponerlo en ejecución así como las metodologías usadas para probar conceptos fundamentales en lo referente a los estilos que los estudiantes usan. Se describe cómo fue la introducción del BIM entre los estudiantes de licenciatura y los de grado inscritos en las clases orientadas

¹ Baeza, Salazar, 2005

² Wiezel, et al., 1999

hacia la computación, el proyecto y tesis para la obtención del grado. Finalmente, presenta los datos recogidos en exámenes e informes grupales en conexión con las actividades académicas de los estudiantes³.

EL MODELO INTEGRAL DE CONSTRUCCIÓN

La fragmentada tarea de la construcción ha evolucionado gradualmente hacia un modelo más cooperativo para cubrir la creciente demanda e interés de proyectos de alta calidad en menos tiempo y menor costo. Mejorar las vías de comunicación es un aspecto importante para lograr una mayor colaboración entre los participantes en un proyecto.

El Modelo Integrado de Construcción es un término adoptado recientemente por la industria de la construcción europea y estadounidense. Dicho modelo describe edificios en tres dimensiones como un conjunto de elementos, tales como puertas, ventanas, escaleras, techos, etc., de la misma forma como se construye en la realidad. Con esta nueva tecnología, las edificaciones se definen como una colección de objetos interrelacionados que pueden ser comunes en ambientes de tres dimensiones. El Modelo Integral guarda toda la información de un edificio en una base de datos central y permite describir las características de cualquier objeto en particular, conformando así la imagen de un modelo virtual del edificio. En la figura 2 se muestran algunos atributos que se le han dado a algunos objetos del edificio.

SOFTWARE BIM

El software CAD tradicional crea vistas en tres dimensiones de una serie de líneas y planos que se suelen guardar en múltiples archivos, mientras que el Modelo Integral de Construcción crea una base de datos única capaz de generar múltiples y consistentes vistas de tres dimensiones del modelo. Esta diferencia fundamental es un detalle importante para el educador al definir un temario sobre lo que se debe enseñar y al cual se deben apegar múltiples materias asociadas a la carrera de ingeniería civil.

Existen unos cuantos proveedores que producen software integral a precios económicos, tanto para desarrollo como para planeación de costos. Por varios años Autodesk Revit® a proveído fondos para el desarrollo de este tipo de enseñanza en el Politécnico de Worcester, a través del uso gratuito del software, soporte técnico y presentaciones de colaboración profesional. En contraste, la Universidad Autónoma de Yucatán ha recibido más apoyo en el software de diseño gráfico, cálculo estructural, sistemas de información geográfica, pero no se le ha puesto suficiente énfasis en el área de edificación⁴. Por edificación se entiende no sólo el diseño gráfico, sino también el modelo de costeo, posicionamiento de objetos en diagramas, dimensiones, materiales, texturas, vendedores, dimensiones, secuencia de construcción, frentes de obra, etcétera⁵.

En el Politécnico, la ayuda prestada por Autodesk ha hecho que los estudiantes, tanto los graduados como los de licenciatura, tengan acceso libre al software, así como la oportunidad de explorar las posibilidades y límites de dicho sistema. Este esfuerzo ha creado una experiencia local y una comprensión en los aspectos

3 Salazar, Mokbel, Aboulezz, 2006

4 Baeza, Salazar, 2005

5 Méndez, 2006

ING. JULIO R. BAEZA PEREYRA
ING. GUILLERMO SALAZAR LEDESMA

básicos del software y de la construcción misma. Así pues, se ha logrado promover cursos, trabajos de investigación, tesis de maestría e inclusive de doctorado. Uno de los autores de este trabajo es un miembro activo del consorcio para el Diseño/Construcción de Autodesk/Revit. Este grupo está integrado por representantes de la industria de la construcción, empresas consultoras e investigadores y otros académicos que buscan nuevas maneras utilizar el Modelo Integral para mejorar el diseño y la metodología de la construcción así como el proceso educacional.

La inclusión de los conceptos sobre el Modelo Integral en la currícula del Politécnico de Worcester ha alcanzado logros palpables en la mayoría de los proyectos de los departamentos relacionados con la carrera de ingeniería-construcción. Dichos proyectos son comparables a los que actualmente se construyen en campo. El BIM logra que los estudiantes se preparen mejor para las funciones y los retos que, a mediano plazo, requieren para ser líderes en la industria. Los mayores beneficios para los estudiantes incluyen son:

- Desarrollar una panorámica y entendimiento integral de la construcción, sus componentes, el proceso de diseño y de construcción, que eventualmente producen nuevas ideas para diseñar y construir futuros proyectos de infraestructura.
- Adquisición de destrezas para los estudiantes, creando así mejores oportunidades y fortaleciendo la colaboración con la industria a través de proyectos, tesis, estudios independientes y estancias de trabajo. Esto también permitirá un desarrollo más sólido y realista el programa para graduados en maestría en construcción.

EL BIM EN EL POLITÉCNICO DE WORCESTER

La inclusión de BIM en el currículo ha logrado, durante los últimos cinco años una mejoría gradual y consistente en el aprendizaje de los estudiantes⁶. El BIM es utilizado actualmente tanto por la maestría como por la licenciatura en ingeniería civil así como en proyectos de interacción y en proyectos de calificación para doctorados en el politécnico. El primer estudio fue patrocinado por el Departamento de Servicios Educativos del politécnico. El plan era introducir el modelo mediante sendos cursos en la primavera y el verano de 2003. Durante el primer semestre de primavera, los estudiantes inscritos en la materia "Integración de la Tecnología Informática a la Ingeniería Civil" utilizaron el programa Autodesk Revit© y luego de un módulo básico de una semana, se inscribieron alumnos de licenciatura de los tres primeros semestres de la licenciatura así como algunos más de cuarto, quinto y sexto semestres. El grupo responsable de investigar el mecanismo de enseñanza del modelo exploró las oportunidades y experimentó de una manera gradual y progresiva con el trabajo de los estudiantes, utilizando la herramienta computacional y los conceptos del modelo. Adicionalmente, al final el semestre de primavera, el grupo de investigación organizó un taller departamental con el fin de compartir con los investigadores los progresos realizados durante el curso así como a tener una retroalimentación con otros miembros del Comité de Ingeniería Civil.

Después de ofrecer un módulo de una semana dos veces a lo largo del 2003, se decidió, en el 2006, extenderlo al semestre de otoño. Este módulo también ha sido incluido en la última semana del curso de Autocad que, tradicionalmente, se enseña en la licenciatura y se ofreció en ambos casos la opción elegir entre el BIM y el CAD. Asimismo, ya se hizo una tradición que los semestres primavera y verano, durante los tres años siguientes, se incluyera tanto el Autocad como el Revit en la oferta de cursos.

⁶ Salazar, et al., 2003

Académicos del politécnico y de la Universidad Autónoma de Yucatán impartieron el BIM en dos cursos de verano, durante el 2004 y el 2005, en la maestría en ingeniería, especialidad construcción. Los principios BIM también se enseñan en la materia Administración Integral de Proyectos de Construcción.

Durante el estudio se entrenaron en el uso del BIM a tres estudiantes del Proyecto Principal de Licenciatura (MQP, por sus siglas en inglés) y a tres del Proyecto Independiente de Licenciatura (IQP, por sus siglas en inglés). Se completaron dos cursos de licenciatura: el primero se llevó a cabo de agosto a diciembre del 2005, con 36 alumnos y el segundo, de enero y mayo del 2006, con 41 alumnos. (En la siguiente sección se ahonda en dicho estudio).

CE 1030 Ingeniería Civil y Principios de Computación

Se decidió estudiar cómo afecta la inclusión de la tecnología BIM en la materia “Ingeniería Civil y Principios de Computación” (CE 1030). Dicho curso familiariza a los estudiantes con los fundamentos de la dinámica de grupos en ingeniería civil, los fundamentos de la ingeniería, las habilidades para preparar presentaciones y reportes escritos, así como en el uso de la computadora. Los grupos de estudiantes completan un proyecto cada semana, usando la computadora como medio de desarrollo. El proyecto se presenta ante la clase y se entrega un reporte acerca del tema de la semana. El curso se recomienda para estudiantes de primero a cuarto semestres de ingeniería (*freshmen y sophomores*).

La necesidad de que los estudiantes y los profesionales novicios estén al tanto de los intrincados aspectos que se encuentran en la comunicación, visualización y coordinación de tareas en el diseño ha sido altamente reconocida durante años. Por esta razón, los conceptos de BIM se presentan a los estudiantes de ingeniería del Politécnico de Worcester en módulos semanales en las clases de CE 1030. Durante este período, los estudiantes se concentran en tareas relacionadas con sus proyectos, desarrollados en BIM, mediante levantamientos, tareas extra clase y un cuestionario final⁷. La estructura semanal del módulo se divide en dos sesiones frente al grupo, tres trabajos extra clase, con un grado de dificultad que se incrementa entre una y otra tarea y un cuestionario final.

Los estudiantes reciben durante dicho módulo una experiencia práctica en los campos de diseño, construcción y administración de la construcción. Un buen número de ellos cuentan con cierto conocimiento de software CAD, pero no del BIM. Se les pide que completen una encuesta en línea, como parte de un modelo educativo desarrollado por el doctor Felder de la Universidad de North Carolina⁸. Mediante este modelo los estudiantes analizan sus estilos particulares de aprendizaje, relacionándolos con la forma cómo entienden y se les enseña el BIM.

Los estudiantes completan un cuestionario que contiene cuatro temas sobre el BIM. En general, las respuestas han sido consistentes con los objetivos del módulo. La mayoría de los estudiantes indican que el BIM es una herramienta útil, que facilita el trabajo en grupo. La siguiente tabla muestra una comparación entre los resultados de los cuestionarios aplicados en el 2003 y los del 2006 en los módulos de la materia CE 1030.

⁷ Salazar, Almeida, 2004

⁸ Felder, 2006

La gran mayoría de los estudiantes percibió que la forma como se impartió el módulo es adecuada a sus estilos de aprendizaje. Sin embargo en este aspecto, existe una tendencia a la baja.

Tabla 1. Resumen de las percepciones del uso de BIM por los estudiantes de CE 1030 el 2003 y el 2006

TEMA	2003			2006		
	Si	No	Indiferente	Si	No	Indiferente
La clase se ajusta a su estilo de aprendizaje	85%	7%	8%	73%	18%	9%
BIM es una herramienta útil	88%	0%	12%	86%	5%	9%
BIM facilita el trabajo grupal	67%	18%	15%	73%	14%	14%

La mayoría de los estudiantes considera al BIM una herramienta útil, además hay una tendencia alta en el reconocimiento de que también facilita el trabajo grupal. Esto se puede explicar porque para recolectar los datos numéricos o geométricos se necesita de la interacción grupal para producir un modelo BIM de un edificio, pero una vez generada dicha información, sólo un estudiante a la vez puede trabajar con el modelo en la computadora. En este aspecto, es importante recalcar que hay una característica del software llamada *Worksets* que promueve una verdadera colaboración. Esta característica permite seccionar la base de datos del software y cederles el control de diferentes aspectos del modelo a varios miembros del equipo. Aprender dicha utilidad requiere de clases adicionales y de mayor tiempo de práctica, algo que necesita de más tiempo del que está destinado para este módulo.

De lo anterior, se concluye que es posible obtener beneficios adicionales si se ligase el módulo de una semana a otro subsecuente, impartido por otro instructor. Por ejemplo, un módulo que presente aspectos relacionados con la protección contra incendios⁹. Para ello el segundo instructor necesitará apoyarse y coordinarse con el instructor del primer módulo.

CE 585 La Tecnología de la Información en la Integración de la Ingeniería Civil

Este curso forma parte del programa de posgrado en ingeniería del Instituto Politécnico de Worcester. Está dirigido a profesionales que desean un mejor entendimiento y experiencia práctica sobre tecnología de la información y su aplicación en el diseño, planeación, construcción y administración de proyectos de infraestructura civil. El formato del curso incluye clases frente al grupo, sesiones en el laboratorio de cómputo y un proyecto de curso desarrollado de manera colectiva entre los estudiantes. Al final del semestre y con el uso extensivo de BIM, la clase desarrolla un modelo computacional bien coordinado e integrado, con componentes de diseño y administración. Este modelo incluye dibujos, especificaciones, estimado de costos y programación de una unidad de infraestructura civil.

⁹ Salazar, Almeida 2004

A los estudiantes se les pide que completen los módulos de entrenamiento en el software requerido para el curso. El entrenamiento es básicamente en línea, con sesiones en el laboratorio de cómputo y también a través del ensayo y el error (más determinación y paciencia). Los libros y tutoriales en línea se encuentran ya en el mercado. Por el momento, los estudiantes utilizan sólo un libro¹⁰, pero no tienen limitaciones en cuanto a las fuentes de información disponibles para complementar sus conocimientos.

La naturaleza y alcance de los proyectos de este curso les permite a los estudiantes aprender a usar el software, sobre todo en aquellos aspectos que promueven la colaboración. De esta manera, los estudiantes pueden organizar el diseño y administración del flujo de trabajo, promoviendo la interacción entre el diseño y la construcción a través del BIM.

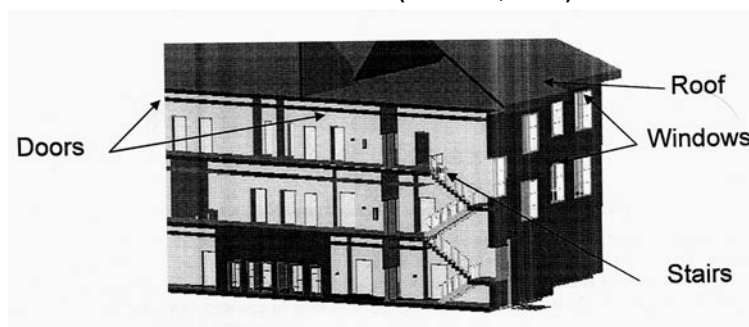
El reporte final de los estudiantes incluye los siguientes componentes:

- Una total revisión del BIM en cuanto a su uso
- Facilidad de manejo del software
- Ventajas y desventajas
- Interoperabilidad con otros softwares de arquitectura, ingeniería y construcción
- Importancia de BIM en el ambiente de diseño y construcción
- Potencial para investigación y desarrollo de investigación
- Conclusiones

El software cambia de una versión a otra, sin embargo la experiencia es la misma puesto que la curva de aprendizaje no se ve modificada. Un aspecto interesante es que los estudiantes dejan de ver líneas y puntos, para concentrarse en objetos constructivos. Esto es similar a pasar de ser meros dibujantes a incipientes constructores. Lo que es más importante es que el estilo de aprendizaje cambia de cuando se enseña CAD a cuando se enseña el BIM. Por el momento, BIM mantiene su compatibilidad con CAD, pero todavía hay brechas que cerrar en cuanto a estimación y control de costos.

A continuación se presentan algunos de los logros de los estudiantes de ambos cursos:

Figura 1. Sección del edificio Kaven Hall realizado por alumnos de la licenciatura (CE 1030, 2003)



¹⁰ Fox, Balding, 2006

ING. JULIO R. BAEZA PEREYRA
ING. GUILLERMO SALAZAR LEDESMA

Figura 2. Remodelación virtual del centro de trabajo de los estudiantes, Kaven Hall, realizado por alumnos de la licenciatura, (CE 1030, 2003)

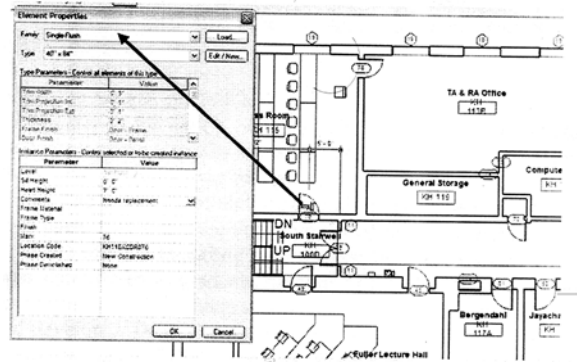


Figura 3. Levantamiento del campus del Politécnico de Worcester realizado por los estudiantes de licenciatura y maestría. (CE 1030, y CE 585, 2006)

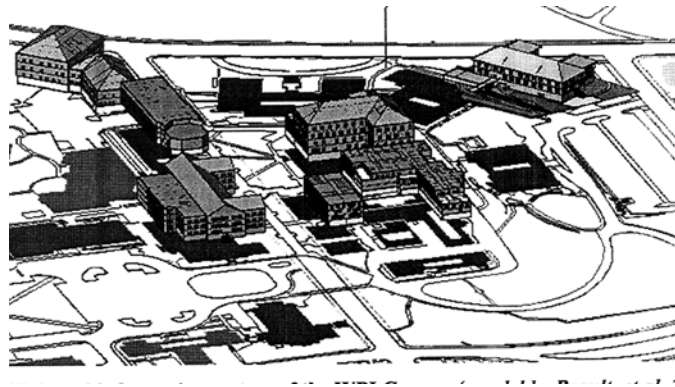


Figura 4. Seguimiento de la construcción del nuevo edificio de la Corte de Justicia del Condado de Worcester, Massachussets. Tesis de doctorado y de maestría de Hala Mokbel y Mohamed Aboulezz., respectivamente (2006)



LA ENSEÑANZA DEL BIM Y LAS DEMÁS INSTITUCIONES

El BIM Forum 2007 realizó una encuesta para determinar cómo otras instituciones académicas se han enfrentado a la introducción de esta tecnología en sus programas de estudio de ingeniería civil y arquitectura. Las instituciones participantes fueron: Carnegie Mellon University, Pennsylvania State University, Worcester Polytechnic Institute, Lawrence Tech, Wentworth Institute of Technology, Technion Israel Institute of Technology University, Universidad Autónoma de Yucatán y la Universidad Católica Portuguesa

Los puntos que se tocaron en dicha encuesta fueron: (1) si el BIM se discutía o enseñaba formalmente en cursos o proyectos; (2) a qué nivel se discutía o enseñaba formalmente el BIM, (3) desde cuándo se comenzó a introducir BIM en sus programas de estudio, (4) qué tan extensiva era dicha tecnología en relación con otras del plan académico, (5) qué tan rápido crece su uso en los programas académicos, (6) cuáles son los planes a corto y largo plazo para usar dicha tecnología en la institución en cuestión, (7) qué tipo de software se utiliza, (8) qué tanto aporta la industria del software a las necesidades académicas de la institución, (9) si en la industria de arquitectura, diseño y construcción los programas soportan esta tecnología, (10) si los estudiantes u otros miembros de la facultad se han involucrado en dicha área, (11) en qué temas de investigación se han involucrado los estudiantes o los demás miembros de las facultades de dichas instituciones, etcétera.

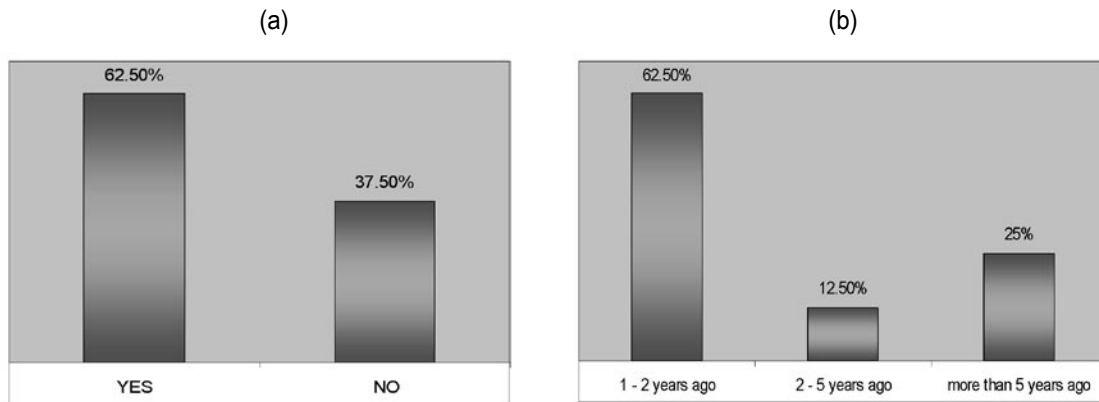
Con respecto al primer tema, los encuestados reportaron que el BIM ha sido discutido formalmente con el 75% de la población estudiantil (fig. 5a).

En lo relacionado al nivel de discusión o enseñanza en la institución, los encuestados respondieron que usan dicha tecnología en cursos de administración avanzada de proyectos, modelado simbólico de productos y procesos y en el desarrollo de Clases Fundamentales de la Industria (IFC, por sus siglas en inglés). Se han desarrollado cursos de una semana para estudiantes novatos y graduados en arquitectura e ingeniería civil e, inclusive una de las instituciones plantea una maestría en Administración de Proyectos de Construcción, basada completamente en tecnología digital.

Con respecto a la licenciatura, una de las universidades encuestadas programa un curso titulado Información Gráfica en Ingeniería, con una materia de especialización a nivel de grado, llamada Métodos Computacionales en Administración de la Construcción. Además, se enseña BIM en el quinto año de la licenciatura en Arquitectura.

En lo que respecta al lapso en qué las instituciones introdujeron esta tecnología en sus programas, el 62.5% de ellas señaló que lo hizo entre uno y dos años antes que se aplicara la encuesta (2006 - 2005), el 12.5% entre dos y cinco años (2003-2001) y 25% de ellas lo había hecho hace ya más de cinco años (2001 y anterior) (Fig. 5b).

Figura 5. (a) Se discute o enseña BIM de manera formal en la institución. (b) Desde cuándo se enseña en la institución,



En cuanto a la pregunta acerca de qué tan extensiva es dicha tecnología en relación con otras actividades del plan académico, las instituciones educativas consideraron que es relativamente extenso pues se encuentra, al menos, dentro del dominio de dos cursos. También mencionaron que está totalmente integrada en la producción de los estudiantes de arquitectura. Por otra parte, algunas instituciones declararon que, en el nivel de licenciatura, los estudiantes tienen un módulo de diez semanas para el modelado de estructuras, producción de dibujos, cuantificación de volúmenes de obra, entre otras actividades, utilizando el formato Revit. Otras admitieron que la enseñanza de la tecnología se realiza durante los períodos iniciales de los proyectos estudiantiles. En general, se han comenzado a incluir BIM en materias como distribución de energía eléctrica, alumbrado y estructuras de software en modelos 3D, cubriendo diseño, construcción, planeación y programación de obra.

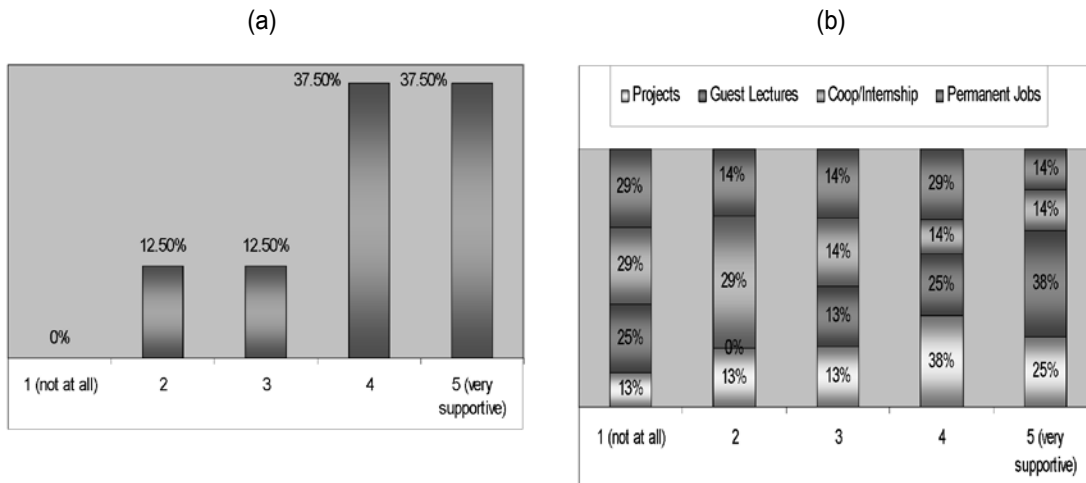
Cuando se inquirió acerca de qué tan rápido crece su uso en los programas académicos, las instituciones respondieron que los estudiantes encuentran trabajo con relativa facilidad con las habilidades aprendidas, pero no hay consenso formal por parte de las entidades que los contratan, aunque se prevé un rápido crecimiento en el uso de BIM dentro de los centros de enseñanza. Cabe notar que todas declararon que sus profesores ya están tomando en cuenta la potencialidad de BIM. Una institución señaló que, cuando se ofreció un curso de BIM, 169 alumnos se inscribieron, aunque muchos de ellos no aprovecharon todo el potencial del software utilizado, relegándolo a una mera herramienta CAD extra.

A la pregunta de cuáles eran sus planes a corto y largo plazo, la mayoría de las instituciones indicó que, a corto plazo, se planea un uso intenso en materias de arquitectura, ingeniería y construcción y que la tecnología debe ser introducida tan pronto sea posible.

Con respecto al tipo de software que se usa, existe una gran variedad. Los mencionados principalmente son: ArchiCad 10®, Revit, Timberline Precisión Estimating®, Graphic Estimating®, Graphicsoft Constructor®, Common Point 4D®, PRIMAVERA®, AutoCAD®, Timberline®, MS Office®, Autocivil 3D®, Bentley, Vectorworks®, FormZ®, Energy Scheming®, Energy10®, Strudl®, Radiance®, Lumen®, Lightscape® y MS Project®, entre otros.

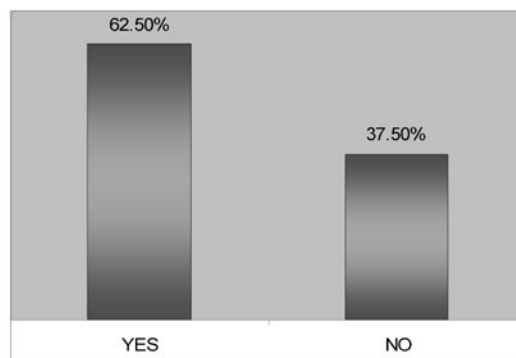
A la pregunta de qué tanto apoyo reciben de las empresas de software, 37.5% declaró que las empresas han apoyado de medio a mucho y 12.5% señaló que han recibido de mediano a poco apoyo (fig. 6a). En cuanto al tema de cuánto soporte a sus actividades reciben de la industria de la construcción véase la figura 6b

Figura 6. (a) Cómo apoya la industria de software a la institución. (b) Si la industria de arquitectura y diseño apoya sus programas y en qué porcentaje



Al tema de si los estudiantes y maestros estaban involucrados en investigación en BIM, el 62.50% respondió que sí. Se han involucrado más específicamente en la generación de modelos y plantillas para la Industry Foundation Clases (IFC), construir “historias” de proyecto, para seguimiento y control de construcción, diseño de plantillas IFC para fachadas y elementos prefabricados, integración de procesos europeos y americanos para procesos medioambientales, etcétera.

Figura 7. Los estudiantes o los miembros de la facultad están involucrados en investigaciones en esta área.



CONCLUSIONES

La tecnología BIM es hasta cierto punto comparable con la de CAD, pero ahonda más en aspectos que pueden ser atractivos para otras áreas del quehacer arquitectónico e ingenieril. Se pudo demostrar que, con un curso básico de una semana, tanto los alumnos de licenciatura como de maestría y doctorado pueden alcanzar un mayor grado de entendimiento del proceso de construcción. Pero lo más importante que surgió durante el estudio de los dos módulos de una semana, es que este tipo de tecnología promueve la participación global de los miembros de un equipo y la colaboración en la dinámica de grupo. La encuesta posterior demostró que dicha tecnología está ya penetrando en la enseñanza y la investigación de varias universidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Baeza, Julio y Salazar Ledezma, Guillermo “Integración de proyectos utilizando el modelo integrado para la construcción”, México, Revista Académica de la Facultad de Ingeniería. 2005
- BIM Forum, “Academic Survey”, 2007, <http://www.bimforum.org/>
- Felder, Richard, Teaching and Learning Styles, Office of Academic Affairs, The University of North Carolina at Greensboro, 2006, http://www.uncg.edu/hhp/oa/tl_styles.html
- Fox, C. y Balding, J., Introducing and implementing Autodesk Revit® Building, Nueva York, Thomson Delmar Learning, 2006.
- Méndez, Ronald, The Building Information Model in facilities management, Tesis de Maestría en Ingeniería, Institute Polytechnic de Worcester, 2006.
- Salazar, G., y Almeida, J., “Use of the Parametric Building Model in Civil and Environmental Engineering Education at WPI”, Proceedings of the ASEE Annual Conference, Salt Lake City, Utah, 20 al 23 de junio, 2004.
- Salazar, Guillermo F., Polat, Ismail H., Almeida, Joao C., “The Role of the Parametric Building Model in the Future Education and Practice of Civil Engineering and Construction” Proceedings of the ASCE IV Joint International Symposium on Information Technology, Nashville, Tennessee, 15 al 16 de noviembre, 2003.
- Salazar Guillermo, Mokbel Hala, Aboulez Mohamed (2006), “The Building Information Model in the Civil and Environmental Engineering Education at WPI”, Proceedings of the ASEE New England, Section 2006, Annual Conference.
- Wiesel, A., Walsh y K., Brena, J., “A Critical Analysis of an Introductory Computer Course for Constructors”, Journal of Construction Education, primavera 1999, Vol. 4, No. 1, pp. 39-49.