

**LA REVOLUCIÓN INADVERTIDA Y LA TECNOLOGÍA BIM.
NUEVOS ENTORNOS DE TRABAJO MULTIDISCIPLINARIO EN LAS
EMPRESAS DE PROYECTO EN CUBA.**

**THE UNNOTICED REVOLUTION AND BIM TECHNOLOGY. NEW
ENVIRONMENT OF MULTIDISCIPLINARY WORK IN PROJECT'S**

DI. Yoslain Álvarez García

alvarezyoslain@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8189-0759

Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio
Echeverría"
Cuba

Autor para la correspondencia

RESUMEN

"La revolución inadvertida y la tecnología Building Information Modeling (BIM). Nuevos entornos de trabajo multidisciplinario en las empresas de proyecto en Cuba" es un artículo que nos acerca al surgimiento de un nuevo paradigma integrador que tiene sus orígenes en el sector de la construcción. Este artículo tiene como objetivos: 1) demostrar como los aportes de "la revolución inadvertida" y la tecnología BIM están influyendo en el desarrollo de nuevos entornos de trabajo multidisciplinarios en las empresas de proyecto en Cuba; y 2) significar la importancia de la integración del diseño en los nuevos entornos de trabajo multidisciplinarios basados en la tecnología BIM. Además, permite constatar la estrecha relación existente entre los nuevos saberes y la actividad práctica del hombre contemporáneo. Ciencia-tecnología-producción-sociedad se muestra como una unidad relacional.

ABSTRACT

"The unnoticed revolution and technology Building Information Modeling (BIM). New multidisciplinary environments of work in project's enterprise in Cuba" it is a paper that brings us closer to the surging of a new integrative paradigm that has his origins at the construction's sector. This paper has the following goals: 1) demonstrating how the contributions of the unnoticed revolution and BIM technology are influencing the multidisciplinary development of new work's environment at the companies of project in Cuba and 2) meaning the importance of the multidisciplinary integration of the design at the new work's environment based in technology BIM. Besides, it allows us verifying the existent narrow relationship between the new knowledge and practice the activity of the contemporary man. Science-technology-production-society is like a unit relational

Palabras claves:

Revolución
Inadvertida,
Tecnología BIM,
Diseño,
Proyecto,
Entorno de
Trabajo
Multidisciplinario

Keywords:

Unnoticed
Revolution,
BIM Technology,
Design,
Project,
Environment of
Multidisciplinary
Work.

Fecha Recibido:

17 / 04 / 2019

Fecha Aceptación:

14 / 06 / 2019

Fecha Publicación:

12 / 07 / 2019

INTRODUCCIÓN

En el transcurso del último siglo resulta evidente que la humanidad ha experimentado importantes avances en la ciencia, la tecnología y la producción. La aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante siglos ha permitido que el hombre contemporáneo disponga de una capacidad para transformar su entorno como nunca antes en la historia. La acumulación de conocimientos científicos y su rápida aplicación en la sociedad actual no tienen precedentes. "Hoy, el desarrollo de la investigación científica ha dotado al hombre de conocimientos que garantizan una capacidad transformadora de la naturaleza a escala planetaria, lo que apenas cien años atrás parecía un sueño." (Delgado, 2007)

Las bases fundamentales de la construcción del conocimiento científico contemporáneo se remontan al siglo XVII y durante más de cuatro siglos han mantenido una notable influencia en la forma en cómo se aborda la realidad. Los resultados alcanzados por las ciencias, las tecnologías y las producciones que de ellas derivadas, son consecuencias de estas concepciones. Esta influencia, que se extiende hasta hoy día, está caracterizada por un pensamiento dicotómico, determinista, que aborda los fenómenos de la realidad de manera simplificada y entiende la naturaleza como fuente de recursos inagotables para satisfacer las necesidades humanas.

Las problemáticas sociales, productivas y medioambientales no encuentran respuesta desde una postura simplificadora. La carencia de un pensamiento integral, que aborde la realidad en su complejidad, ha propiciado que muchos de estos aspectos, en especial el medioambiental, se encuentren en una encrucijada.

Por lo antes señalado se consideran como objetivos a desarrollar en el presente artículo los siguientes:

Demostrar como los aportes de "la revolución inadvertida" y la tecnología BIM están influyendo en el desarrollo de nuevos entornos de trabajo multidisciplinarios en las empresas de proyecto en Cuba.

Significar la importancia de la integración del diseño en los nuevos entornos de trabajo multidisciplinarios basados en la tecnología BIM.

REVOLUCIÓN INADVERTIDA

Con el surgimiento de la Revolución Científico Técnico Contemporánea (RCTC), iniciada en la segunda mitad del siglo XX, el ser humano multiplica exponencialmente su poder transformador sobre la naturaleza: es capaz de penetrar en el genoma humano y poderlo transformar, realizar procesos transgénicos, transgredir las fronteras que la naturaleza de manera natural ha establecido entre las especies, dando lugar a la biodiversidad en el planeta, ha descubiertos nuevas radiaciones y construido nuevas tecnologías, que han permitido descubrir galaxias lejanas y penetrar con mayor profundidad en el micro mundo. Pero todas estas potencialidades y muchas más, ¿Han estado en función del bien de la vida en nuestro planeta? La respuesta lamentablemente es no. Una parte considerable de los centros de poder mundial, lo están utilizando en función de sus intereses, sin importar sus consecuencias, lo que ha generado un

movimiento social mundial a favor de un uso apropiado de la ciencia y la tecnología para salvar la vida en el planeta y lograr el bienestar de la humanidad, con una concepción ecológica, que exige una nueva manera de construir el conocimiento, no en su diferenciación, sino en su integración. La práctica evidencia la necesidad teórica de construir el conocimiento sobre la base de la integración de los saberes, para poder enfrentar los graves y complejos problemas que tiene hoy la humanidad.

En el plano epistemológico, se visualiza en un momento de transición del paradigma de la Racionalidad Clásica, con siglos de existencia, construyendo sujetos sociales con un pensamiento y conducta dicotómicos y unilaterales, que se considera dominador de la naturaleza, entre otras características y la construcción de un nuevo paradigma epistemológico, que exige de un sujeto social con un pensamiento capaz de integrar los saberes construidos durante siglos y los nuevos y sentirse no dominador de la naturaleza, sino como parte de ella, que sea capaz de conectar todo el conocimiento y ponerlo a disposición de la vida. Este nuevo paradigma epistemológico ha sido denominado por el Dr. Delgado como "La revolución inadvertida" porque tiene en su centro al hombre, los modos de concebir y producir el conocimiento y la ciencia misma. Una revolución que está cambiando nuestra comprensión del sentido y el alcance del conocimiento y su relación con los valores humanos, las relaciones entre ciencia y moral, subjetividad y objetividad en el saber. Esta relación modifica sustancialmente el lugar del conocimiento científico en el sistema del saber humano y conduce a la elaboración de un nuevo saber." (Delgado, 2007)

La formación de nuevos ideales de construcción del conocimiento ha comenzado a develarse según el Dr. Delgado, en cuatro direcciones interrelacionadas:

- La Revolución Epistemológica (Epistemología de Segundo Orden).
- La sustitución del ideal de simplicidad por el de complejidad (Complejidad).
- El nuevo Holismo Ambientalista.
- La Bioética.

Aunque parte de la literatura se refiere a estos nuevos ideales de forma separada, el Dr. Delgado los integra y plantea: " (...) los cuestionamientos epistemológicos y de la complejidad parten de un riguroso análisis de las cuestiones teóricas y formales para producir finalmente nuevos cuestionamientos y soluciones de frente a la práctica y la vida" (Delgado, 2007), mientras que el holismo ambientalista y la bioética son "reflexiones motivadas por las preocupaciones ciudadanas ante la ciencia y las consecuencias morales del quehacer científico, para elevarse después a cuestionamientos teóricos." (Delgado, 2007)

Estos nuevos ideales de construcción del conocimiento revelan que:

- El conocimiento es una construcción del sujeto, por lo tanto, la artificialidad y reflexividad son inherente a la cognición.
- Superan el pensamiento dicotómico entre conocimiento y moral.
- El mundo es entendido como sistema dinámico.

- Superan las dicotomías de los enfoques disciplinares del saber.
- Se enfatiza el carácter sistémico, integrador de la naturaleza, no reducible al campo de ninguna disciplina científica especial.
- La asunción de un pensamiento relacional.

Se puede deducir que el conocimiento obtenido ha sido consecuencia de múltiples y complejas interacciones y resulta al mismo tiempo una construcción de la relación entre sujeto y objeto del conocimiento. La realidad solo puede abordarse de manera integral bajo el criterio de inter, multi y transdisciplinariedad. La interdisciplina debe constituir un primer acercamiento del trabajo entre especialidades, pero la práctica demuestra que se requiere de una mayor permeabilización de los saberes, y el conocimiento científico es uno de ello. Esto permitiría obtener soluciones a problemas actuales con una mayor integralidad. En la siguiente tabla, figura 1, se resumen las principales características de la inter, multi y transdisciplina.

(Figura 1)

“Los esfuerzos indagatorios” de la multidisciplina y la transdisciplina no presuponen en lo absoluto el fin de las disciplinas, “(...)”, pero si pone fin al predominio de los enfoques disciplinares, es decir a la pretensión exagerada que supone que desde la perspectiva de una disciplina aislada se puede aportar un conocimiento totalizador sobre el mundo.” (Codina & Díaz, 2006). Este planteamiento tiene importancia para todas las disciplinas, incluyendo el Diseño.

Aunque los últimos setenta años están marcados por el desarrollo vertiginoso de la ciencia y la tecnología, resultaría provechoso considerar otro término. La producción, constituye una actividad social y en ella se pueden establecer nuevas relaciones sociales a partir de la incorporación de nuevos aportes de la ciencia-tecnología. “La Tecnociencia” término acuñado (Jover, 1999) “La tecnología se sirvió del saber científico y muchas veces su aporte consistió en extenderlo a la práctica de la producción” (Delgado, 2007). Esto se debe en lo fundamental, a que los resultados de la ciencia y la tecnología “han dejado de proyectarse en la vida como actividades independientes. Lo hacen como sistemas integrados de ciencia, tecnología y producción donde cada uno de los elementos del sistema modifica a los restantes, sin que pueda establecerse una correlación jerárquica absoluta entre ello, (...)” (Delgado, 2007). De manera que los procesos de integración de las ciencias, y de estas, con las tecnologías y los procesos productivos han devenidos en una necesidad teórica y práctica, en una interrelación dialéctica inusitada.

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Como parte del desarrollo científico-tecnológico-productivo en la actualidad se pueden citar los cambios que se están operando en la Tecnología de las Informática y las Comunicaciones (TIC), la cual está transitando hacia plataformas de integración multidisciplinarias con la intención de abordar fenómenos complejos de la sociedad actual de forma más eficiente, con ahorro de recursos y la mitigación de los impactos ambientales. Estos cambios se pueden constatar en la acelerada vida

cotidiana, pero existen otros que se están operando de forma subyacente, que no resultan tan evidentes y que emergen en el devenir de las nuevas relaciones sociales que se establecen en estos avances científico-tecnológico-productivo.

La tecnología Building Information Modeling (BIM), en su traducción al español: Modelo de Información de Construcción, está demostrando como la integración de saberes permiten abordar de forma multidisciplinaria la solución de problemas complejos asociados con el sector de construcción. Los orígenes conceptuales de BIM están vinculados al propio surgimiento de la computación y al desarrollo de las aplicaciones informáticas. En el año 1974, se publicaría un artículo pionero y fundador de esta tecnología: “An Outline of the Building Description System (BDS)” (Eastman, y otros, 1974) en el que se establecían las conexiones entre modelos tridimensionales, que representaban elementos de la construcción, con información relacionada a los mismos (dimensiones, material de construcción, ubicación espacial y su relación con otros elementos).

No es hasta la primera década del 2000 donde los fabricantes de softwares, fundamentalmente Autodesk y Graphisoft, comienzan a interrelacionar sus productos, aplicaciones informáticas, de manera práctica y comercial, apoyados en una nueva generación de potentes hardwares. Este sería el surgimiento del término BIM tal cual lo conocemos en la actualidad. A continuación, algunas definiciones sobre el término:

“El Manual BIM define BIM como una tecnología de modelado asistido por computadora con el propósito de administrar la información del proyecto, concentrándose en la información de construcción, modelos, producción, comunicación y análisis.” (Eastman C., 2008)

BIM es “(...) una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. Un BIM es recurso de conocimiento compartido para la información sobre una instalación formando una base confiable para la toma de decisiones durante su ciclo de vida, definido como existente desde su temprana concepción hasta la demolición. Una promesa básica de BIM es la colaboración para los diferentes participantes en cada fase del ciclo de vida de una instalación para insertar, extraer, actualizar o modificar información en el BIM para soportar y reflejar los roles de los participantes”. (NBIMS, 2012)

Según la norma *Framework for building information modelling (BIM) guidance.*, (ISO, 2012) BIM constituye: “Representación digital compartida de las características físicas y funcionales de algún objeto construido, incluyendo edificios, puentes, carreteras, y plantas de procesos.”

Este movimiento en la actualidad trasciende a sus primeros usuarios, modeladores y proyectistas, y se extiende a todo el ciclo de vida de una instalación, existente o no. La tecnología BIM permite la comunicación y la interoperabilidad de la información entre toda la red de actores sociales que intervienen en el proceso: los inversionistas, proyectistas, suministradores, constructores, explotadores y contratistas, en todo el ciclo de vida de la instalación, bajo una constante interacción en tiempo

real. Por lo tanto, las ventajas de su aplicación resultan evidentes ante las problemáticas existentes en un sector tan vital para la economía de un país. La concepción, construcción y explotación de una edificación resultan parte de una misma visión del problema, no es posible desvincularnos de una de ellas, ni de sus actores. La tecnología BIM representa en la práctica un nuevo paradigma de integración.

De esta forma, se deben considerar varios aspectos fundamentales sobre el término BIM, los cuales serían: (a) es una representación virtual de escenarios existentes o no; (b) realizada con la participación de actores del proceso y (c) que permite el trabajo multidimensional con las dimensiones espaciales, temporales, financieras e informacionales en todo el ciclo de vida de una instalación. Por lo tanto, se puede establecer la siguiente definición operativa para este artículo:

“Modelo de Información de Construcción (BIM) es una representación virtual y multidimensional de las características físicas y funcionales de una instalación, existente o no, permitiendo la gestión de los recursos implicados en los procesos durante el ciclo de vida de la instalación.” (Alvarez Y. , 2018)

Lo cual implicaría que:

1. “Entendemos por “representación virtual y multidimensional” la aplicación de medios y tecnologías informáticas con el objetivo de modelar y simular en varias dimensiones (3D, 4D, 5D, 6D, 7D 8D, nD) las partes y conjuntos que integrarán los Objetos de Obra y la Obra, existentes o no.” (Alvarez Y. , 2018)
2. “El término de “gestión de los recursos” constituye el proceso de organización, planificación y dirección de todos los recursos implicados en el ciclo de vida de la obra ya sean financieros, humanos y materiales, a través del empleo de la representación virtual y multidimensional, con la finalidad de disminuir los niveles de incertidumbre en la toma de decisiones.” (Alvarez Y. , 2018)
3. “Nos referimos al “ciclo de vida” como el periodo de tiempo en donde se analiza, investiga y evalúa los aspectos relacionados con la existencia de un producto o servicio, durante las etapas de diseño, producción, comercialización, uso y fase final. Este análisis tiene como objetivo fundamental determinar los impactos de las soluciones por etapas y de manera integral.” (Alvarez Y. , 2018)

La tecnología BIM promueve la integración de los conocimientos adquiridos por diferentes especialidades en plataformas virtuales digitales, que facilitan la simulación y determinación de aquellas soluciones constructivas más eficientes y eficaces en todo el ciclo de vida de la instalación. Esta tecnología constituye una nueva oportunidad para fomentar y desarrollar los entornos de trabajo multidisciplinarios en una de las industrias más contaminantes y poco eficiente hoy día. La industria de la construcción se encuentra fragmentada por múltiples actores y escenarios. Además, dispone de poca automatización de sus procesos y escasa incorporación de los adelantos de la ciencia y la tecnología, la mayoría están basados en técnicas artesanales ancestrales, de ahí su baja productividad en comparación con la industria manufacturera.

(Figura 2)

Los índices de productividad del trabajo en el sector de la construcción han mostrado una decadencia en comparación con otros sectores. Por ejemplo, en la Figura 2 se muestra como el índice de productividad del trabajo en la industria de la construcción en los EE. UU no logró el crecimiento esperado en comparación con otros sectores no agropecuarios en un periodo de 45 años. Etapa que antecede al surgimiento de la tecnología BIM. Sin embargo, múltiples autores se refieren a un aumento de la productividad del trabajo, la complejidad de las soluciones en las edificaciones y la simultaneidad de las actividades en las dos últimas décadas. Durante este periodo la aplicación de las TIC, y entre ellas la tecnología BIM, de conjunto con los enfoques ambientalistas han tenido una notable presencia.

Desde otra perspectiva, la industria de la construcción resulta un notable ejemplo de cómo un mismo fenómeno ha sido abordado desde varias disciplinas, pero con una marcada intensidad de obtener un resultado (la edificación) a través del paso de la solución por etapas (disciplinas) bajo una comunicación deficiente y poco análisis integral. Esta realidad se puede constatar en las empresas de proyecto para la construcción en nuestro país, las cuales tratan de alcanzar una mayor integralidad de sus servicios. “(...) responder debidamente a las insatisfacciones existentes de nuestros clientes en cuanto a problemas de calidad, cronogramas y plazos de entrega de nuestros servicios y documentación técnica y así poder competir y complementarnos en proyecto conjuntos con entidades homologas extranjeras; meta requerida en todas las inversiones de nuestro país.” (Frente de Proyecto, 2016)

ENTORNOS DE TRABAJO MULTIDISCIPLINARIO

Durante el desarrollo de esta investigación se pudo constatar que los nuevos saberes en construcción, presentes en “la revolución inadvertida”, están contribuyendo al desarrollo de nuevas formas de pensar las problemáticas actuales. Los problemas son complejos, no por la cantidad de elementos que los componen (visión tradicional), sino también por las relaciones que se establecen entre sus partes y las implicaciones de los cambios que se puedan operar.

Parte de la terminología referida a “la revolución inadvertida” está siendo incorporada a leyes, normas, procedimientos técnicos y vocabulario empresarial. Por ejemplo, términos tan conocidos como multidisciplinaria y transdisciplinaria son cada vez más empleados en el lenguaje de las empresas de proyecto. La incorporación de una visión sistémica está presente en las Normativas Generales del Proceso Inversionista cubano, “El Proceso Inversionista es el sistema dinámico que integra las actividades o servicios que realizan los sujetos que en él participan, desde su concepción inicial hasta la puesta en explotación.” (Consejo de Ministros, 2015). La introducción de terminologías que favorecen la integración de los saberes y la aplicación práctica de las nuevas tecnologías (TIC) están propiciando la creación de entornos multidisciplinarios que demuestran sus ventajas en la solución de problemas complejos de nuestra sociedad actual.

La industria de la construcción en Cuba ha iniciado la incorporación, en sus primeras etapas, de la tecnología BIM. Aunque de manera prematura muchas empresas nacionales que llevan a cabo su implementación, ya muestran resultados favorables. El proceso inversionista, marco legal y financiero para la realización de una construcción en nuestro país, está siendo abordado como "sistema dinámico" y la tecnología BIM constituye un vehículo para llevar a la práctica tales objetivos. Las empresas de proyecto en Cuba, en especial aquellas que integran el Frente de Proyecto, son las primeras en incorporar estas tecnologías, constituyendo un eslabón importante para que entendamos y visualicemos el fenómeno de la construcción no solo como parte del proceso inversionista, sino como parte del ciclo de vida de la edificación. Esta tecnología permite analizar todo el ciclo de vida de una instalación a través del Análisis del Ciclo de Vida (ACV), antes de ejecutar cualquier acción, disminuir y controlar los niveles de incertidumbre, maximizar el uso racional de los recursos (el tiempo es un recurso) y apoyar la Toma de Decisiones en todos los niveles de dirección.

El sector de la construcción en nuestro país, a través de la aplicación de BIM, puede mejorar y hacer más eficiente la comunicación, coordinación, manejo de recursos, gestión de instalaciones y la comprensión integral desde el ACV de las instalaciones. Esta última cuestión resulta totalmente novedosa para nuestras empresas de proyecto. Las problemáticas actuales de esta industria solo encontrarán soluciones desde el trabajo multidisciplinario o transdisciplinario, con la creación de entornos de trabajo que permitan la permeabilización de saberes. Entornos de trabajo multidisciplinarios donde los actores del proceso puedan integrarse en una plataforma común y arribar a soluciones consensuadas desde las primeras etapas, no pasando por los estancos de especialidades (estructuras departamentales) existentes en la actualidad en la mayoría de las empresas de proyectos en el sector de la construcción en Cuba. "Antes de la llegada de BIM, la industria de la construcción trabajaba en silos, donde cada miembro de un equipo de proyecto buscaba solamente aquellas cuestiones que le interesaban..." (Hardin, 2015)

Por lo tanto, la tecnología BIM no debe enfocarse solamente desde la perspectiva proyectual, sino como una plataforma para la integración de los distintos actores del proceso de construcción, explotación, mantenimiento, manejo del final de la instalación o reutilización en un nuevo ciclo. Sin olvidar que la etapa de mayor incidencia de una edificación, desde el punto de vista energético, lo constituye su explotación y manejo. La conformación de entornos de trabajo multidisciplinario que apliquen la Tecnología BIM en las empresas de proyecto debería responder a las especificidades de cada proyecto (Obra). Una vez finalizada la misma estos entornos deben reestructurarse para nuevas inversiones y en consonancia a los nuevos actores, tecnologías, soluciones constructivas, sistemas constructivos, entre otras cuestiones.

(Figura 3)

Como se muestra en la Figura 3, la tecnología BIM propone desplazar la mayoría de los esfuerzos, curva 4, hacia las etapas iniciales, donde el diseño tiene un mayor protagonismo y la

posibilidad de controlar los costos y las afectaciones por la introducción de nuevos cambios son mayores. Las técnicas actuales, curva 3, no permiten tales beneficios. Esto se debe a que la etapa de creación de la documentación técnica constructiva (CD) requiere de mucho esfuerzo y las posibilidades de actualización de la misma es muy difíciles.

Sin embargo, la tecnología BIM permite una mayor interoperabilidad de la información entre los actores del proceso, en aspectos generales y específicos del mismo, a través del empleo de la TIC. El diseño adquiere una nueva connotación y se establece como base fundamental para la toma de decisiones, con pocos impactos en los costos de la inversión, en comparación a etapas posteriores.

Además, resalta que la tecnología en estos instantes define muchos aspectos de eficiencia en la sociedad actual. El desarrollo tecnológico debe estar en consonancia con las demandas y prioridades de nuestro país. "Lograr mayor eficiencia en el proceso inversionista sigue siendo un reto para la economía cubana. Aunque en perspectiva se proyecta un cambio en la dinámica, incluyendo la apertura con mayor fuerza a la inversión con capital extranjero aún no se alcanza los niveles deseados." (Alvarez Y., 2018)

Aunque en un primer momento los espacios virtuales adquieren un notable protagonismo como medio para visualizar las interacciones multidisciplinarias, estos tienen una mayor connotación, ya que permiten el empleo de estas plataformas para la realización de simulaciones y ACV de las instalaciones en tiempo real. Las aplicaciones de la tecnología BIM en la actualidad no tienen una frontera determinada y se exploran con fines energéticos, explotación de instalaciones, remodelación, determinación de riesgos y vulnerabilidades.

Entre los resultados se pudo constatar que existen varias instituciones en nuestro país, empresas de proyecto, Frente de Proyecto y Ministerio de la Construcción (MICONST), que están enfrascadas en la capacitación, implementación y desarrollo de la tecnología BIM como método de trabajo para alcanzar una mayor coordinación entre las especialidades. "Se continúa desarrollando la creación de la ruta que estandarice, aglutine y coordine a todas las disciplinas implicadas en la confección de modelos BIM con garantías de precisión adecuadas para su uso efectivo en el sector de la construcción." (Frente de Proyecto, 2017)

De igual manera, los nuevos saberes favorecen nuevas dinámicas de pensamiento que al combinarse con las nuevas herramientas TIC, las empresas de proyecto en Cuba pudieran enfrentar las demandas actuales de la industria de la construcción de formas más integral.

La introducción e implementación de BIM requerirá no solo de acciones de capacitación, sino de nuevas formas de llevar a cabo estas acciones, basándose en la autocapacitación orientada hacia las características de las instituciones. Se trata de "diseñar" sus propias acciones de capacitación en base al personal involucrado, equipamiento disponible, los softwares a aplicar y las nuevas formas de organización de los procesos de diseño. "Las empresas han diseñado sus propios paquetes de aplicaciones de

diseño utilizando diversas herramientas según sus áreas de actuación y posibilidades de equipamiento disponible.” (Frente de Proyecto, 2017)

La evidencia recolectada demuestra que se debe favorecer el trabajo en entornos multidisciplinario por encima de aquellos, fragmentados y disciplinares, que predominan en la actualidad, como resultado de un pensamiento dicotómico establecido por casi cuatro siglos. La fragmentación disciplinaria no puede solucionar los problemas de un sector tan complejo como la construcción, ni de ningún otro sector.

DISEÑO Y LOS NUEVOS ESCENARIOS

La incorporación de los nuevos saberes en nuestras concepciones y la aplicación de la tecnología BIM permiten estrechar aún más el vínculo del profesional de Diseño con áreas relacionadas con la ingeniería y hacia la diversidad de actividades sociales, caracterizadas por sus niveles de complejidad, de manera que tiene en cuenta el diseño en todas sus esferas de actuación.

La creación de entornos de trabajo multidisciplinarios basados en la tecnología BIM puede emplearse como plataformas para la coordinación de proyectos multidisciplinarios en trabajos de curso o diploma, y proyectos de investigación entre instituciones universitarias, así como en función de la docencia, para la formación de futuros profesionales del Diseño. “BIM parece ser una herramienta educativa eficaz para la enseñanza en las distintas disciplinas que intervienen en la construcción, ya que actualiza un principio educativo fundamental, la instrucción centrada en el alumno.” (Muriel, 2017)

“Las características BIM tales como el fácil acceso a la información, la visualización y la capacidad de simulación facilita a los estudiantes descubrir los puntos fuertes y las debilidades de sus prácticas de aprendizajes y en consecuencias mejorarlas. Además, la formación BIM debe promover la colaboración, la comunicación y la gestión del cambio de entornos de trabajo, facilitado por la capacidad de visualización que ofrece.” (Muriel, 2017)

Esto permitiría, en etapas posteriores, integrar las disciplinas de Diseño (industrial y comunicación visual) de forma armónica en estos nuevos espacios de trabajo que adquieren mayor protagonismo en las empresas de proyecto para la construcción y otras empresas en Cuba. La situación actual del Diseño en estos nuevos escenarios BIM debe ser considerada para la conformación de los futuros planes de estudio de pregrado y postgrado.

Otros sectores que demandan de soluciones integrales a problemas complejos como: el diseño y construcción de maquinaria de alta complejidad, diseño de espacios interiores, creación de escenarios futuros terrestres o extraterrestres y el diseño de medios y sistemas de transporte; el diseño de comunicación visual, en toda su diversidad de esferas de actuación también pueden emplear estos conocimientos. La profesión del Diseño, a través de sus modos de actuación y esferas de actuación encuentra en los nuevos saberes, un arsenal teórico y en la tecnología BIM un espacio práctico para la integración necesaria ante los desafíos de nuevo tipo.

Además, en reiteradas ocasiones se ha planteado la necesidad de adecuar nuestro proceso de diseño a estos nuevos escenarios, donde existe una marcada tendencia hacia la integración a través de la tecnología: edificios inteligentes, ciudades inteligentes, realidad virtual, realidad aumentada, entre otros, constituyen ejemplos de esta tendencia. “Se debe continuar desarrollando una sistemática y consecuente acción de implementación pues no se trata solo de la introducción de softwares, sino de adoptar una forma de la organización del proceso de diseño.” (Frente de Proyecto, 2017)

“BIM no es una cosa o un tipo de software, sino una actividad humana que finalmente involucra amplios procesos de cambio.” (Eastman C., 2008)

Las empresas de proyecto constituyen espacios importantes para el desarrollo del Diseño en Cuba. Por lo tanto, los cambios e incorporación de nuevos conocimientos y tecnologías en el sector empresarial pueden incidir directamente sobre la relación del Diseño en estos espacios de trabajo.

CONCLUSIONES

En los últimos cuatro siglos la humanidad ha experimentado cambios en los conocimientos adquiridos, se profundizan en diferentes áreas, pero al mismo tiempo las fronteras de dichos conocimientos, y en especial el conocimiento científico, comienza a difuminarse. Resulta cada vez más difícil continuar manteniendo fronteras tan rígidas entre disciplinas y saberes, cuando la realidad resulta tan contradictoria. De esta manera se puede afirmar que:

1. “La revolución inadvertida” demuestra que los cambios que se operan en el hombre para enfrentar estas nuevas maneras de aprender y hacer, están encontrando nuevos espacios para su aplicación práctica. La tecnología BIM se apropia de las terminologías de los nuevos saberes y las incorpora en una nueva filosofía de trabajo donde las fronteras disciplinares son superadas.
2. El desarrollo tecnológico se debe entender en su carácter relacional y sistémico, en especial con la ciencia, la producción y la sociedad. La tecnología debe constituir un vehículo y por lo tanto debe tomarse el control del mismo y dirigirse hacia un desarrollo armónico con la vida.
3. Los aportes de la “revolución inadvertida” y la tecnología BIM están contribuyendo al desarrollo de los entornos de trabajo multidisciplinarios en Cuba, en especial en las empresas de proyecto. Esto se puede constatar a través de la aceptación que ha tenido la tecnología BIM en los últimos años. Aunque el reconocimiento de un pensamiento integrador y complejo no es comprendido con inmediatez, la tecnología BIM, exige determinadas condiciones como: el trabajo multidisciplinario, la interoperabilidad de la información y el análisis multidimensional. Entonces, desde la práctica se reafirma lo que para muchos resultaba meramente teoría, ciencia-tecnología-producción-sociedad están totalmente vinculadas.
4. La integración del Diseño, como profesión, en los nuevos entornos de trabajo multidisciplinarios que aplican la TBIM propiciaría una mayor complementariedad entre aquellas disciplinas relacionadas, tradicionalmente con el sector de la

construcción, y otras que en la actualidad no resultan tan evidentes como: el diseño de mobiliario, de comunicación visual, realidad virtual, entre otros. Los aportes del diseño permitirían expandir esta tecnología hacia nuevas aplicaciones fuera del sector de la construcción.

REFERENCIAS

- Alvarez, Y. (2018). El nuevo paradigma epistemológico de la complejidad y la nueva Tecnología Building Information Modeling (BIM). La Habana: Ediciones Futuro.
- Alvarez, Y. (2018). El proceso inversionista cubano (PIC) y la tecnología Building Information Modeling (TBIM). Una necesaria integración. La Habana: Ediciones Futuro.
- Codina, P. S., & Díaz, C. D. (2006). La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Buenos Aires: CLACSO.
- Consejo de Ministros. (2015). *Normativas Generales del Proceso Inversionista*. La Habana, Cuba: Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- Delgado, C. J. (2007). *Hacia un nuevo saber. La bioética en la revolución contemporánea del saber*. La Habana: Publicaciones Acuario Centro Félix Varela.
- Eastman C., T. P. (2008). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Constructors.
- Eastman, C., Fisher, D., Lafue, G., Lividini, J., Stoker, D., & Yessios, C. (1974). *An Outline of the Building Description System*. Carnegie-Mellon Univ., Institute of Physical Planning. Pittsburgh, Pa.: Carnegie-Mellon Univ.
- Frente de Proyecto. (2016). *Balance Anual*. La Habana: MICONST.
- Frente de Proyecto. (2017). *Balance Anual*. La Habana: MICONST.
- Hardin, B. (2015). *BIM and Construction Management*. Indianapolis: Wiley.
- ISO. (2012). Framework for building information modelling (BIM) guidance. Switzerland: ISO.
- Jover, J. N. (1999). La ciencia y la tecnología como proceso sociales. La Habana: Félix Varela.
- Muriel, A. P. (2017). Implementación de la tecnología BIM en la asignatura Proyectos de los Grados de Ingenierías Industrial de la Universidad de Extremadura. Estudios de competencia genéricas. España: Universidad de Extremadura.
- NBIMS. (2012). *National BIM Standard - United States*. USA: National Institute of Building Sciences.