

Adopción de la metodología BIM en las escuelas de arquitectura en Quito

¹Santiago Morales Molina

¹Universidad Internacional SEK, Quito - Ecuador, santiago.morales@uisek.edu.ec

Recepción / *Received*: 30, 04, 2018

Aceptación / *Accepted*: 27, 06, 2018

Publicado / *Published*: 30, 06, 2018

Resumen:

En los últimos tiempos se ha producido una transformación en el ejercicio profesional del arquitecto, sujeta tanto a la incorporación de los desarrollos informáticos como a los constantes cambios y actualizaciones en las herramientas digitales dedicadas a la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Varios países han incorporado progresivamente la metodología BIM en el área de la construcción hasta llegar a la normalización y establecimiento de estándares para el uso de estos procesos informáticos. Se revisó la información pública de gobiernos y universidades correspondiente a la incorporación de la metodología BIM en cada país de estudio para establecer una situación general en cada región. El objetivo de este documento es poner en contexto la situación de la formación académica de los profesionales de la arquitectura en Ecuador frente a al ejercicio profesional de sus colegas en países más desarrollados económicamente. En particular busca contribuir en la discusión sobre la necesidad de revisar los contenidos de las mallas curriculares de las escuelas de arquitectura en Ecuador, para facilitar la adopción de nuevas tecnologías en la profesión.

Palabras claves: Adopción BIM, Metodología BIM, Aprendizaje BIM, Arquitectura Digital, Nativos Digitales, Migrantes digitales

Abstract:

In recent times, the practice of architecture has been subject to changes and transformations. This development has been dependent on the use of digital tools as well as of specific software dedicated to the AEC (Architecture, Engineer and Construction) industry. Several countries have progressively implemented the use of BIM methodology in AEC making it compulsory. The intention of the development of National BIM Standards is to extend and to regulate the use of the methodology in all the construction processes. In order to establish a general view of the use of BIM across different regions, information published by both universities and the government have been thoroughly reviewed. The main purpose of this study is to contrast specific aspects of the academic qualifications within Ecuador in terms of the use of BIM methodology by comparing Ecuador's standard to countries with a more advanced situation. The main contribution of this study is to state the necessity for the Schools of Architecture within Ecuador to review and update their teaching methodologies in order to ensure that the new professionals can achieve an acceptable level of understanding of these new technologies.

Keywords: BIM Adoption, BIM methodology, BIM Learning, Digital Architecture

I. INTRODUCCIÓN: EL BIM, OPORTUNIDADES Y DIFICULTADES

El concepto informático *Building Information Modeling* o BIM por sus siglas en inglés, implica un cambio sustancial en la forma de afrontar el diseño arquitectónico y en la planificación de obra. El uso del BIM representa una nueva oportunidad y un reto para emplearse dentro del medio, entendiendo que el término BIM sobrepasa el concepto de una herramienta digital de dibujo técnico, para entenderse como una nueva metodología eficiente y colaborativa, incorporando varios parámetros que alimentan una base de datos e interactúan de manera simultánea.

Desde el apareamiento de las herramientas informáticas dedicadas al BIM, sus principales usuarios son los estudiantes universitarios, que han hecho de estas aplicaciones su principal herramienta de dibujo técnico. El uso de las herramientas BIM en el país está concentrado en los centros de estudios, mientras en el ámbito laboral el sector público y privado el uso es escaso. Algunas facultades de arquitectura y diseño del país, han incorporado a sus mallas curriculares algunos contenidos referentes a la tecnología BIM, que no van más allá del manejo del software, sin establecer un proceso y los mecanismos adecuados para que esta herramienta funcione de manera integral.

En ocasiones los programas se incorporan a la academia de manera casual mediante cursos de formación continua o como parte de una asignatura electiva, para luego ser incorporados a los contenidos de las asignaturas correspondientes. Las nuevas tecnologías establecen un nuevo escenario en el cual la administración y gestión de la información es fundamental: cada elemento es integrado como un parámetro que responde a elementos geométricos, unidades de tiempo, costos, mantenimiento, entorno, detalles. Estos elementos facilitan y simplifican las tareas de diseño y gestión de proyectos, mejoran la toma de decisiones durante el proceso creativo y reducen los errores.

Ante este escenario las facultades de arquitectura requieren de una actualización urgente en sus contenidos académicos, que va más allá de enseñar el programa informático, requiere de una estructura académica transversal para implementar una metodología BIM. Esta estructura privilegia la información obtenida de manera continua y ordenada para usarla posteriormente en el diseño y/o construcción de edificaciones. El objetivo principal es lograr un modelo informático único de la edificación, que sea capaz de administrar una base de datos compleja que incluye información gráfica, técnica y financiera compartida de manera simultánea con todos los colaboradores mediante una plataforma virtual y la colaboración de las diferentes disciplinas concurrentes y de los docentes interviniendo en diferentes niveles del conocimiento impartido en las facultades.

Metodología y estrategia. - El objetivo de este artículo es indagar sobre la situación actual del BIM en las facultades de Arquitectura de Quito, Para ello se ha realizado una revisión general de la documentación disponible sobre la implementación y normativas BIM utilizando como técnica la revisión bibliográfica y de registros técnicos disponibles en las páginas web oficiales de los gobiernos y universidades en varias regiones, de las instituciones y gobiernos objetos de este estudio. Comenzando en países como Estados Unidos y Reino Unido -por su grado de involucramiento y avance en el tema- ambos países poseen una legislación específica muy avanzada que facilita la implementación de la metodología BIM. En el caso de España por los reiterados intentos del gobierno y la incorporación de una normativa y reglamentos técnicos que

posibilitan la implementación del BIM. Adicionalmente se toma como caso de estudio a México y Chile, por los esfuerzos que realizan los gremios profesionales para la adopción del BIM en la legislación de cada país. La documentación consultada permite identificar los principales aspectos que toman en cuenta los gobiernos para incorporar la metodología BIM a sus legislaciones y las respuestas de las instituciones educativas a estas exigencias en los planes de estudio de pregrado, para determinar el nivel actual de experiencia BIM en cada país y conocer que usos que se dan a los softwares paramétricos en la carrera de arquitectura.

Esta documentación es clasificarla por tema y nivel de adopción BIM en cada país con la finalidad de comparar los avances en cada país mantener un registro que permita un futuro monitoreo

II. ADOPCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL BIM EN CINCO PAÍSES DE DISTINTAS REGIONES

En el desarrollo de un proyecto empleando el entorno BIM, intervienen varios actores que trabajan en una plataforma informática común. Para lograr un trabajo coordinado se requiere de una metodología que reduzca en lo posible los errores por el mal uso de la información. Los equipos de un proyecto BIM necesitan tener en claro hacia dónde quieren llegar, como van a gestionar la información y de qué manera van a utilizar la información en cada fase del proyecto. Para lograr que estos procesos sistemáticos tengan los resultados esperados, algunos gobiernos del mundo han empezado a normalizar el uso y la metodología BIM en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción. La implementación de estas normativas está en progreso en varios países desarrollados como Estados Unidos y Reino Unido.

En el 2003 el gobierno de los **Estados Unidos**, encargó a la *U.S. General Services Administration*, la elaboración del Programa Nacional “*National 3D-4D-BIM Program*,” el cual estableció una política que exige a los estudios de arquitectura e ingeniería, la adopción de los procesos BIM para desarrollar todos los proyectos del Servicio de Edificios Públicos - *Public Buildings Service*. La normativa busca estandarizar los procesos de adopción del BIM para todos los proyectos y procesos de contratación en los que interviene la Administración de Servicios Generales con las siguientes consideraciones: (U.S. General Services Administration GSA, 2007)

- a) Establece los canales adecuados para brindar el soporte experto y la gestión de recursos para proyectos emblemáticos en los que se incorpora la tecnología 3D, 4D y BIM.
- b) Construye los mecanismos necesarios para el trabajo asociado entre los desarrolladores de aplicaciones BIM, instituciones gubernamentales, gremios profesionales, instituciones académicas
- c) Crea una comunidad de soluciones BIM.

Una característica importante de la comunidad BIM en Estados Unidos es la participación activa de las instituciones educativas, las cuales han reconocido la necesidad de readecuar los planes de estudios de la carrera de arquitectura y ampliar su oferta académica en correlación a las necesidades del ámbito laboral local; donde el uso del BIM aumentó de un 28% en el 2008 a cerca del 80% en el año 2015 (McGraw-Hill Construction, 2014). Ante esta situación, la escuela de arquitectura de Massachusetts Institute of Technology -MIT, incorporó en sus áreas de estudio

una sección dedicada al diseño y computación que indaga en la vinculación entre las herramientas digitales y el diseño arquitectónico, para la construcción de conocimiento.

El enfoque está en el desarrollo de las herramientas informáticas acompañado de procesos y teoría, orientadas a dar respuestas creativas y socialmente significativas para enfrentar los problemas de diseño. (Massachusetts Institute of Technology, 2018)

En el **Reino Unido** el Instituto de Normalización BSI - *British Standards Institution* adoptó en 2013 la normativa PAS 1192-2 que tiene como objetivo, incorporar los procesos y metodología BIM a todas las obras públicas en etapas de proyecto. El Reino Unido rápidamente se ha convertido en el líder global en políticas de implementación BIM, montando una clara estrategia de trabajo entre el BSI y las instituciones públicas y privadas que se dedican al diseño y la construcción, el objetivo gubernamental apunta a lograr un ahorro del 20% en costos de adquisición y ejecución de obras civiles. La normativa específica define el proceso para plantear un “Plan Ejecutivo BIM” *BIM execution Plan* - BEP y lograr el nivel BIM 2 que se caracteriza por el trabajo colaborativo entre diferentes equipos. La colaboración en el desarrollo del modelo informático BIM depende de la información que comparte cada participante en un archivo digital común con un formato único. Este archivo permite a cualquier organización combinar datos con su equipo de trabajo aplicado al modelo paramétrico de diseño del edificio. El formato único facilita a cualquier software BIM importar y exportar archivos utilizando la plataforma digital. El IFC - *Industry Foundation Class* es el formato de intercambio de información escogido por el gobierno del Reino Unido para todos los proyectos del sector público (British Standards Institution BSI, 2013).

El Informe Nacional BIM 2017-*NBS National BIM Report 2017* notifica que la adopción de la metodología en Reino Unido alcanzó el 54% frente al 48% del año pasado. También señaló que en el 2014 y 2015, el gobierno británico ahorró £ 855 millones en ejecución de obras existentes, lo que facilitó la inversión en nuevos proyectos (National Building Specification NBS, 2017).

Las instituciones de educación superior de Reino Unido en un inicio implementaron la metodología BIM en sus planes de estudio de manera independiente y progresiva. En el año 2011 se conforma el *BIM Academic Forum* –BAF, integrado por 55 miembros provenientes de 30 centros de estudios de Reino Unido incluida la República de Irlanda. Su visión es fomentar el trabajo colaborativo durante las fases activas de los proyectos a través de la participación académica y el desarrollo BIM. (The Higher Education Academy, 2013).

Adicionalmente el Gobierno británico publicó un documento titulado “*Government Construction Strategy: 2016-2020*”, que establece las políticas y estrategias para la industria de la construcción. Con la base legal establecida, los centros de estudios organizan y plantean los contenidos tomando al BIM y la construcción digital como componentes importantes que ayudan a la productividad y a la colaboración usando la tecnología. (Centre for Digital Built Britain, 2018).

La estructura de la *University College London* - UCL, a través de *The Bartlett*, la Facultad Global de la UCL del ambiente construido, incorpora a sus planes de estudio, cursos de pregrado y postgrado que responden al marco jurídico vigente, la Escuela de Arquitectura ofrece la carrera *Engineering and Architectural Design* con módulos BIM. (University College London UCL, 2018)

La **Unión Europea** impulsa el uso de la metodología BIM a través del Comité Técnico europeo CEN/TC 442, que coordina las acciones dirigidas a la normalización y estandarización BIM a nivel del continente, integrando a todos los actores vinculados con la construcción, tales como constructoras, inmobiliarias, profesionales y universidades. Otra iniciativa europea es el

EU BIM Task Group que persigue el uso común de los procesos BIM en obras públicas a escala continental, con el objetivo de optimizar la relación entre tiempo y calidad.

En **España** el gobierno mediante la Asociación Española de Normalización y Certificación – AENOR, contribuye específicamente a la normalización BIM española desde el 2011, año que se creó el subcomité AEN/CNT 41/SC 13, Organización de modelos de información relativos a la edificación y la obra civil (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2014). AENOR participa en los comités de normalización regionales, entrando en diálogos con socios estratégicos como Reino Unido, Alemania, Austria y Francia.

La Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSAM) de la Universidad Politécnica de Madrid, no posee una asignatura específica en la carrera de pregrado, algunos contenidos BIM están organizados en asignaturas optativas. A nivel de postgrado ofrece varios cursos, de los cuales cabe mencionar el Máster en Metodología y Gestión BIM de Proyectos, Construcción y Activos Inmobiliarios (*Building Information Modeling Project, Construction & Facility Management*), que tiene como objetivo formar y capacitar profesionales en el uso de la metodología BIM, permitiendo a los profesionales abarcar todo el ciclo de vida del edificio desde el proyecto, pasando por la planificación del proyecto arquitectónico hasta la ejecución de obra (Universidad Politécnica de Madrid, 2015).

En **Latinoamérica** los esfuerzos aún son dispersos, en el caso de **México** la Fundación de la Industria de la Construcción FIC está coordinando trabajos con el gobierno local, para tener una norma BIM, la primera en Latinoamérica, integrando a la academia como su principal promotor.

Varias de las escuelas de arquitectura del país están introduciendo la herramienta como asignatura obligatoria en mallas curriculares con la finalidad de generalizar el uso de las del BIM en la industria y la construcción.

En Chile la firma consultora PMG | *Business Improvement* presentó el informe titulado “Proyecto Diagnóstico de formación del capital humano en BIM”. En relación a la oferta de educación BIM determina que se encuentra en un nivel incipiente de desarrollo, prácticamente la mitad de instituciones de capacitación técnico profesional, consideran al BIM como un software técnico orientado al modelamiento tridimensional y visualización arquitectónica. El informe menciona brechas tecnológicas habilitantes del uso del BIM:

- a) Acceso a redes y equipos de alta capacidad;
- b) Costo de acceso a herramientas tecnológicas (software);
- c) Déficit de librerías de componentes BIM;
- d) Pocos proveedores de software;

Cabe mencionar la inexistencia de certificaciones estándar y la falta de experiencia de terreno en profesionales formados en metodología BIM acompañado del déficit de instrumentos de fomento de capacitación BIM. (PMG | Business Improvement, 2016).

III. HERRAMIENTAS BIM – METODOLOGÍA BIM

La empresa *Graphisoft* encargada del desarrollo de la aplicación ArchiCAD menciona en su página web: “Cuando algo se convierte en BIM empieza con un modelo digital 3D del edificio. Este modelo no es más que pura geometría y algunas texturas colocadas sobre él para su visualización. Un verdadero modelo BIM consiste en los equivalentes virtuales de los elementos constructivos y piezas que se utilizan para construir el edificio” (Graphisoft, 2018).

Esta aseveración que realiza *Graphisoft* es precisamente la diferencia entre herramienta y metodología BIM, muchos usuarios han optado por ocupar el BIM como un software que realiza un modelo en 3dimensiones de los edificios, que les facilita la pre visualización de un proyecto

arquitectónico y simplifica la representación bidimensional del proyecto. Este es el nivel más bajo de uso de las aplicaciones informáticas BIM.

Se define 4 niveles (del 0 al 3) de conocimiento BIM, encaminado hacia el flujo de trabajo 100% colaborativo. Las siguientes definiciones no tiene que ver con los LOD (*levels of development*) niveles de desarrollo ni con los niveles de detalle. El uso de cualquier herramienta digital no es relevante para estas definiciones; el usuario puede ocupar el software que mejor le parezca (Madrid, 2015). Los siguientes niveles definen hasta qué punto se desarrolla el modelado 3D, la colaboración y la compartición de información:

Tabla 1. Niveles de Conocimiento BIM

Nivel de conocimiento	Usos y capacidades adquiridas	Nivel académico en el que se imparte
Nivel 0 / Level 0	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No existe trabajo colaborativo, la información se comparte parcialmente; ▪ El trabajo se basa en la utilización del software para crear planos y detalles constructivos en 2 dimensiones; ▪ La información se comparte y distribuye en papel o documentos digitales. 	Niveles básicos de educación superior/ cursos de formación profesional
Nivel 1 / Level 1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso del modelo en 3 dimensiones como herramienta conceptual de diseño; ▪ Documentación técnica de proyecto del proyecto usando herramientas 2D; ▪ Aparece el término CDE (common Data Enviroment), que es una herramienta informática que recopila, gestiona y difunde datos. ▪ No existe trabajo colaborativo entre disciplinas concurrentes. 	Niveles básicos de educación superior/ cursos de formación profesional
Nivel 2 / Level 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se trabaja en modelados 3D con mayor detalle que incluye información importante para el proyecto. ▪ Aparece el flujo de trabajo colaborativo, cada equipo o profesional involucrado trabaja en un modelo 3d común y transfiere la información a través de un archivo común. ▪ Archivo de transferencias de datos IFC permite a los equipos importar la información pertinente y cargar en sus modelos informáticos. 	Niveles de profesionalización de educación superior/ Postgrados
Nivel 3 / Level 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El CDE está integrado a todos los participantes a un único modelo informático, alojado en el CDE; ▪ Todos los participantes trabajan en un modelo único, se eliminan los conflictos entre los participantes; ▪ Trabajo en tiempo real ▪ Open BIM, modelo abierto sin restricciones a los participantes 	Niveles de profesionalización de educación superior / Postgrados

Elaboración: Autor; fuente: (Sanchez Ortega, 2017)

IV. NATIVOS DIGITALES – INMIGRANTES DIGITALES

La implementación de la metodología BIM en las facultades de arquitectura requiere de los docentes, una adaptación permanente a los cambios informáticos, para que sean capaces de transmitir los contenidos a sus estudiantes que provienen de una generación de nativos digitales que absorben rápidamente la información vía imágenes y vídeo. La aproximación temprana de los estudiantes a los procesos BIM facilita el entendimiento de los conceptos y normas del diseño arquitectónico y dibujo técnico, permite trabajar en un entorno colaborativo y desarrollar un pensamiento crítico basado en el diseño paramétrico. Con el tiempo, las herramientas BIM se transformarán en un lenguaje común entre arquitectos e ingenieros y la industria requerirá de profesionales capacitados en el diseño paramétrico. Resulta necesario complementar la formación académica de los futuros arquitectos, desarrollando sus habilidades gráficas, usando técnicas manuales y digitales, sin descuidar las asignaturas básicas como el dibujo técnico y la geometría para la formación temprana del arquitecto.

Frente a este escenario, en el cual se desarrollan las nuevas tecnologías, las escuelas de arquitectura deben integrar a sus planes de estudio contenidos que se adapten a estas nuevas exigencias, requiriendo de los profesores una continua capacitación y adopción de proceso pedagógico que facilite al estudiante el uso de estas herramientas digitales. Los modelos de enseñanza de las universidades del país tienden a un modelo humanista que toma a la persona como eje de trabajo con el objetivo de potencializar sus habilidades; es decir, los métodos de enseñanza se mantienen en gran medida sin establecer una relación con los requerimientos del mercado laboral, acompañado de los pocos esfuerzos que realiza la empresa privada por la capacitación de su personal.

Es necesario mencionar que la industria de la construcción tiene un proceso que tiende a la producción en sitio, pocos procesos se los realiza pensando en la producción en serie, cada proyecto se organiza y gestiona de forma particular. La industria local todavía tiene un alto componente artesanal, esto acompañado de la construcción informal que dificulta la implementación de nuevas tecnologías orientadas a la reducción de costos, optimización de tiempo y seguimiento de obra.

Las posibilidades educativas se deben considerarse en dos aspectos: su conocimiento y su uso. El desconocimiento de herramientas digitales implica un alejamiento de las corrientes culturales actuales, conociendo las herramientas hay que aprender a usarlas, y en la educación estas herramientas pueden facilitar el aprendizaje, aplicando las técnicas adecuadas.

Esta integración de las TIC a los métodos de aprendizaje requiere de un gran esfuerzo de los educadores. Pero se debe considerar que la actual generación de educadores proviene de lo que el Marc Prensky denominó “inmigrante digital”: personas nacidas antes de la era digital, con una estructura mental basada en los procesos paso a paso, intentan resolver un problema a la vez. Sus actuaciones dependen de un análisis deductivo y su aprendizaje está basado en conocimientos adquiridos previamente.

El mismo autor define “nativos digitales”, como “hablantes nativos” del lenguaje digital de los ordenadores, los video juegos e internet. Nacieron en el mundo digital, hablan otro idioma, se relacionan y aprenden de manera distinta, viven en un mundo apresurado, buscan respuestas

inmediatas. Los estudiantes de hoy procesan la información de manera distinta sus patrones de comportamientos son diferentes a su generación que les precede (Prensky, 2011).

A finales de los años 90 el uso del *Computer Aided Design* (CAD) se hizo común en las facultades de arquitectura del país, esto produjo un cambio significativo en el uso de las TIC en la formación de arquitectos; sin embargo, esto fue un cambio de herramienta, se pasó del dibujo técnico dibujado a mano, al dibujo técnico asistido por computador. El aparecimiento del CAD ayudó a la reducción de tiempos en el proceso diseño, además de reducir los errores que se generaban como consecuencia del dibujo a mano. Los inmigrantes digitales aprendieron el uso del CAD como parte de un lenguaje de representación gráfica, manteniendo la metodología de trabajo, dibujando de manera geométrica, sin integrar opciones paramétricas y sistematizar la información que se produce con el ordenador.

El acceso a la información mediante plataformas digitales de audio y video, facilitó el aprendizaje de estos programas informáticos, prácticamente no es necesario asistir a un curso de formación, simplemente se ubica el tutorial disponible en cualquier plataforma digital y se empieza con el aprendizaje. Esto permite al estudiante aprender a su ritmo y disponer de su tiempo. La oferta académica correspondiente a los softwares que se usan en arquitectura se ha centrado en la herramienta AutoCAD. Las mallas académicas en las facultades de arquitectura incorporaron un curso de formación para aprender la herramienta, como se describe a continuación:

Tabla 2. Programas informáticos en las escuelas de arquitectura en Quito

Facultades de Arquitectura	Asignatura	Software	Nivel
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Representación Gráfica I	Sketchup + Photoshop + illustrator	1ro
	Representación Gráfica II	Autocad	2do
	Representación Gráfica III	Autocad 3D	3ro
Universidad Central del Ecuador	Informática Aplicada	AutoCAD	2do
Universidad de las Américas	Arquitectura Digital I	Autocad 2D	3ro
	Arquitectura Digital II	Autocad 3D + Revit	4to
	Arquitectura Digital III	3d max	5to
	Arquitectura Digital IV	Illustrator + Photoshop	6to
Universidad Internacional de Ecuador	Medios de Representación Digital I	Autocad 2D	3ro
	Medios de Representación Digital II	Autocad 3D	4to
	Medios de Representación Digital III	3D Max	5to
	Medios de Representación Digital IV	Illustrator + Photoshop	6to
Universidad Internacional SEK	CAD 1	AutoCAD + Sketchup	3ro
	CAD 2	Illustrator + Photoshop	4to
	CAD 3	3d max + mentalray	5to
	CAD 4	Web Utilities	6to
Universidad San Francisco de Quito	CAD 2	AutoCAD	3ro
Universidad Tecnológica Equinoccial	Ofimática	Microsoft Office	1ro
	Software para arquitectos 2D / 3D	Autocad 2D + 3D	2do
Universidad Tecnológica Equinoccial	Dibujo Asistido por Computadora 2D	Autocad 2D	3ro
	Dibujo Asistido por Computadora 3D	Autocad 3D	4to

Elaboración: Autor; fuente: Mallas Académicas disponibles en la paginas Web de cada Universidad.

Es necesario mencionar que existen facultades como las de la Pontificia Universidad

Católica del Ecuador y Universidad San Francisco de Quito que ofertan herramientas BIM: *Revit* y *AchiCAD*, como asignaturas electivas o en los programas de formación continua. La capacitación de estos softwares se realizan instituciones como los colegios profesionales que no tienen una certificación por parte del proveedor del programa o de una institución gubernamental.

V. DISCUSIÓN

Dado el carácter indagatorio que tiene este estudio, el problema tratado en este documento, plantea las ideas iniciales para la establecer un diálogo necesario entre los profesionales que trabajan en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción con los centros de formación académica, para realizar una revisión de los contenidos y procesos pedagógicos en la enseñanza de la arquitectura en el país.

El desarrollo tecnológico avanza de manera presurosa, la implementación de este desarrollo digital no tardará en popularizarse en los países latinoamericanos, tal como pasó en Estados Unidos y Reino Unido; mientras en estos países, el gobierno ha diseñado los lineamientos y establece las estrategias, el Ecuador se muestra cauto y parecería no prestar interés en el tema. Es necesario que las facultades se anticipen a los cambios que implican las nuevas tecnologías, tal como sucedió con el AutoCAD, el profesional que no esté dispuesto al cambio y aprender a la velocidad requerida, simplemente no podrá ejercer en un futuro cercano. Muchos de los “inmigrantes digitales” que ahora ejercen como docentes no tienen la predisposición para aceptar el cambio, pero no es necesario que los docentes dominen el tema, pero sí que lo conozcan para permitir su uso y guiar a los estudiantes en su correcto uso.

El escenario actual requiere que los centros de educación superior logren un equilibrio entre los procesos de enseñanza análoga y digital estableciendo herramientas de enseñanza que puedan ser accesible desde el aula y de manera remota. El uso análogo de técnicas como el dibujo y la escritura como la primera aproximación del estudiante al conocimiento, incorporando de manera simultánea el uso de herramientas digitales y dinámicas como: softwares especializados, páginas web, tutoriales en línea, bibliotecas virtuales que permitan aprender de forma autónoma e intuitiva, y no como un simple repositorio.

VI. CONCLUSIONES

Las exigencias establecidas en las normativas que rigen en el sector de la construcción especialmente en países como Estados Unidos y Reino Unido han logrado que el uso de la metodología BIM crezca a un ritmo acelerado en los respectivos países, esto ha provocado que varios países decidan adoptar esta metodología y convertirla en un estándar similar a lo que sucede con las normas ISO, para lo cual su legislación está en un proceso de reforma.

Las reformas a las leyes referentes a la industria de la construcción son pasos fundamentales para conseguir la implementación del BIM en el desarrollo de los proyectos inmobiliarios, cuando el gobierno tome esta decisión y establezca el nuevo estándar para la presentación de proyectos, las escuelas de arquitectura se verán obligadas a incorporarla tecnología BIM en la oferta académica del país, trabajando de manera cercana con instituciones públicas y privadas para definir estrategias orientadas a la incorporación de la metodología BIM en el ámbito laboral.

La Academia y el sector productivo han mostrado poco interés en el tema, y esto se evidencia en los contenidos académicos que se imparten en las escuelas de diseño del país,

apenas una de las facultades de Quito enseña el *software* BIM: *Autodesk Revit*, pero como una herramienta desconectada de los diferentes recursos que presenta la metodología. Existen dos facultades que plantean el uso de herramientas BIM como una asignatura electiva, sin ningún seguimiento o aplicación en otras disciplinas. Esta situación está dada por la falta de profesionales y docentes capacitados para dirigir estos procesos académicos, acompañado por la falta de centros de formación debidamente acreditados que emitan certificaciones válidas y reconocidas internacionalmente.

Los rápidos cambios gestados en el ámbito de la educación debido al apareamiento de las TIC, requieren de un cambio en los procesos educativos los cuales incorporen nuevas herramientas gestionadas por los profesores (migrantes digitales) creando entornos dinámicos y de fácil acceso, que deberán ofrecer contenidos fáciles de asimilar y dar respuestas a las necesidades de los alumnos (nativos digitales). La brecha digital se irá reduciendo cuando los docentes empiecen a utilizar nuevos recursos que resulten atractivos, resultado de un cambio en la estructura y los contenidos que se imparten en la academia.

VII. REFERENCIAS

- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2014). *Estándares en Apoyo del BIM*. Madrid: AENOR.
- British Standards Institution BSI. (2016). *About BIM Level 2*. Recuperado el febrero de 2018, de BIM level 2: <http://bim-level2.org/en/>
- British Standards Institution BSI. (2013). PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. *PAS 1192-2:2013*. Reino Unido: BSI Standards Limited.
- Centre for Digital Built Britain. (2018). *About the Centre for Digital Built Britain*. Cambridge.
- Graphisoft. (2018). *Acerca de BIM*. Recuperado el 28 de febrero de 2018, de https://www.graphisoft.es/archicad/open_bim/about_bim/
- Madrid, J. A. (2015). *Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España*. Madrid: Building Smart.
- Massachusetts Institute of Technology. (06 de marzo de 2018). *MIT Architecture*. Recuperado el 06 de marzo de 2018, de Overview: <https://architecture.mit.edu/computation/program/overview>
- McGraw-Hill Construction. (2014). *SmartMarket Report The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets*. Bedford: McGraw-Hill Construction.
- National Building Specification NBS. (2017). *National BIM Report 2017*. Newcastle, Reino Unido: RIBA Enterprises Ltd © 2017.
- PMG | Business Improvement. (2016). *Diagnóstico de Formación de Capital Humano en BIM*. Santiago: PMG | Business Improvement.

- Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (2018). *Plan de Estudios Carrera de Arquitectura*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes. Recuperado el abril de 2018
- Prensky, M. (2011). *Enseñar a nativos digitales*. Madrid: Ediciones SM.
- Sanchez Ortega, A. (junio de 2017). *BIM Madurez Level 0 / 1 / 2 / 3*. Recuperado el Marzo de 2018, de espaciobim: <https://www.espaciobim.com/madurez-bim-level-0-1-2-3/>
- The Higher Education Academy. (2013). *Embedding Building Information Modelling (BIM) within the taught curriculum*. York: The Higher Education Academy.
- U.S. General Services Administration GSA. (Mayo de 2007). GSA's national 3d-4d-bim program. *GSA BIM Guide Series*. Washington, Estado Unidos: U.S. General Services Administration .
- Universidad Central del Ecuador. (abril de 2018). *Estructura Curricular*. Obtenido de <http://akacdn.uce.edu.ec/ares/w/facs/fau/3%20PLAN%20CURRICULAR/Macro%20Curriculo/estructura%20curricular%20malla.pdf>
- Universidad de Las Américas. (s.f.). *Carrera de Arquitectura*. Obtenido de Malla Arquitectura: <https://www.udla.edu.ec/wp-content/uploads/2017/07/arquitectura.pdf>
- Universidad Internacional del Ecuador. (2018). *Facultad de Arquitectura (CipArq)*. Obtenido de Malla Curricular Quito: https://uide.edu.ec/media/3788/2_malla_arq_2018.pdf
- Universidad Internacional SEK. (Abril de 2012). *Malla Curricular*. Obtenido de https://www.uisek.edu.ec/media/1871/malla_curricular_arquitectura.pdf
- Universidad Politécnica de Madrid. (Junio de 2015). *Máster en Metodología y Gestión BIM de Proyectos, Construcción y Activos Inmobiliarios*. Obtenido de ETSAM: <http://etsamadrid.aq.upm.es/estudios/posgrado/tp/master/16>
- Universidad Politécnica de Madrid UPM. (junio de 2015). *Arquitecto*. Obtenido de Plan de estudios: http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Informacion/Planes%20de%20Estudio/Planes%20Antiguos/0396_Arquitecto_2015-16.pdf
- Universidad San Francisco de Quito. (2014). *Malla Arquitectura*. Obtenido de Plan de Estudios Arquitectura: http://www.usfq.edu.ec/programas_academicos/colegios/cadi/carreras/Documents/mallas/malla_arquitectura.pdf
- Universidad Tecnológica Equinoccial. (2017). *Facultad de Arquitectura y Urbanismo*. Obtenido de Plan de Estudios: <https://www.ute.edu.ec/archivos/pe/pe-arquitectura.pdf>
- Universidad Tecnológica Indoamérica. (2018). *Arquitectura*. Obtenido de Malla Arquitectura: http://www.uti.edu.ec/wp-content/uploads/2018/03/Malla_arquitectura-DEF.pdf

University College London UCL. (2018). *Engineering and Architectural Design MEng*.
<http://www.ucl.ac.uk/prospective-students/undergraduate/degrees/engineering-architectural-design-meng>: UCL university college london.