

D.I. A. Taro Arai

---

# La Tecnología, Medio y Obstáculo para el Desarrollo de la Calidad y de las Capacidades Profesionales

# La Tecnología, Medio y Obstáculo para el Desarrollo de la Calidad y de las Capacidades Profesionales

***D. I.,A. Taro Arai***

*taro.arai@iwaconsultores.com*

*IWA Consultores S.C. México*

## **Administración y control de la construcción:**

### **Resumen**

Desde el punto de vista de tecnología informática, se propone el proceso de mejoramiento de la industria de la construcción a partir de su problemática actual en cuanto a calidad, control y ejecución; así mismo se plantean acciones para la formación de las nuevas generaciones de arquitectos e ingenieros; finalmente se presenta una propuesta de modelo para elevar la productividad y desarrollar la competitividad de dicha industria.

### **Palabras clave**

informática, BIM, arquitectura, industria de la construcción

## **Abstract**

From IT professional view, this is a proposal to improve quality control, work control and building process to solve the large problems within the building industry; also there are an approach to new education orientation for architecture and engineering students, finally it is a review of a business model initiated by the new technologies to increase the productivity and competitiveness of this industry.

## **Keywords (Palabras clave)**

IT, BIM, architecture, building industry

## Introducción

Situación Actual de la Industria de la Construcción.

La industria de la construcción en México se encuentra en una situación preocupante, siendo que es el principal motor de la economía. En general hay un consenso sobre el atraso de esta industria con respecto a lo que han logrado las demás industrias, supone un grave problema que se suma a los grandes problemas nacionales como el déficit presupuestal y viene a presionar la falta de empleos aún cuando la calidad educativa es bastante acertada, aunque todavía existe un déficit de oferta educativa para obreros y operarios.

La situación es grave en el caso de las grandes obras públicas, ante las cuales las empresas mexicanas no han tenido la capacidad financiera, técnica o práctica para ser consideradas en las asignaciones, quedando en manos de empresas extranjeras, la falta de competitividad de las empresas mexicanas les impide competir en otros mercados, perdiendo oportunidades de expansión.

En el caso de obra de tipo habitacional, social o comercial, las hay con desmedidos extremos: por un lado desarrollos que hacen casas o departamentos con espacios mínimos minimizando las áreas verdes, y por el otro observamos cada vez más lujosas y extravagantes residencias y costosísimos centros comerciales. Todo esto es consecuencia del desbalance estimulado por el sistema económico en nuestra sociedad actual: la concentración de la riqueza por un lado que se ve reflejada como pobreza en el otro.

Aunque los teóricos de economía lo niegan, creemos que todos los recursos son limitados, así afirmamos que la riqueza monetaria que se produce por la explotación de los recursos es limitada, porque proviene del aprovechamiento de los recursos naturales y del uso de los recursos humanos, ambos recursos finitos en la medida de que no se puede sacar más material donde ya no hay y que abusar más de la fuerza humana disponible deriva en crueles experiencias sociales como hemos podido comprobar a través de la Historia.

El esquema mercantil se sufre en las empresas constructoras de los países en desarrollo: sus recursos minados por los malos manejos de las instituciones públicas, su empobrecimiento por la dependencia de los muchos insumos importados, su reducido margen de maniobra por la especulación de la tierra, agobiadas por la codicia desmedida de sus propietarios y finalmente con clientes pobres, quedan lejos de ser la industria fuerte y progresista que demanda nuestro País.

Finalmente en el escenario mundial, México se encuentra muy retrasado, pues ha encontrado una posición de confort que ha ocasionado un desastre en el sector más importante económicamente.

## Objetivo General

Mostrar desde la perspectiva de la tecnología informática, la oportunidad de desarrollo que tiene frente a sí la industria de la construcción para modernizarse y posicionarse en situación de competitividad.

## Objetivo específico

Incentivar a las escuelas y los estudiantes a aprovechar este parteaguas tecnológico en un momento oportuno que para el mundo es apenas una tendencia, debiendo obligar su aplicación porque históricamente la industria ha sido muy lenta para actuar.

## La calidad en la construcción.

La calidad de obra en México es bastante deficiente porque los recursos no son suficientes y las exigencias son muchas y la probabilidad de que se realice una obra de mala calidad es enorme, es fácilmente comprobable en los desarrollos habitacionales, pues es donde se resienten más las presiones y encontramos pruebas deficientes del terreno, una actitud omisa sobre los materiales, una mala calidad estructural que se recubre con acabados, falta de estudio de los servicios, etc.

¿Cómo se debe medir la calidad, cuáles son parámetros en la construcción? En la definición de calidad se expresa que para que un producto sea de calidad, debe cumplir un estándar mínimo que previamente se ha definido, pero en la construcción solamente hace mención de lo que corresponde a las características estructurales y que sin embargo hemos visto que muchas veces ni siquiera se cumplen. Entonces además, ¿cómo medir una calidad cualitativa?

Uno de los estándares más conocidos para la calidad industrial es la técnica llamada “Seis Sigma” que no se aplica en la industria de la construcción, lo que provoca una gran falta de control en los productos obtenidos. Los pasos del Seis Sigma son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

**Definir** consiste en concretar el objetivo del problema o defecto y validarlo, a la vez que se definen los participantes del programa.

**Medir** consiste en entender el funcionamiento actual del problema o defecto.

**Analizar** pretende averiguar las causas reales del problema o defecto.

**Mejorar** permite determinar las mejoras procurando minimizar la inversión a realizar.

**Controlar** se basa en tomar medidas con el fin de garantizar la continuidad de la mejora y valorarla en términos económicos y de satisfacción del cliente.

Debemos ser conscientes de que la construcción no es todavía una industria de producción serial, por lo tanto estos pasos deberían aplicarse en cada etapa de la misma: en la Planeación, el Anteproyecto, el Proyecto ejecutivo, la Ejecución y la ejecución de cada grupo de unidades repetitivas, por lo que resulta en un trabajo bastante laborioso

y costoso, sin embargo en todas las industrias cuando se aplica dicho esfuerzo, resulta verdaderamente redituable.

Los objetivos últimos de la calidad son alcanzar progresivamente mayor competitividad y mejor rentabilidad, aspectos que precisamente definen la baja productividad y eficacia de la industria constructiva de México y que la tienen en serias dificultades financieras.

En las definiciones de calidad se menciona que debe garantizar la satisfacción del cliente. Pero desde hace años se trabaja mucho en las casas mínimas, producto de la influencia de la arquitectura para las masas, se diseñaron pensando en una familia que prácticamente la vive poco, ¿adivinaron o estamos frente a la causa? Ahora solamente viven las familias para dormir: las madres trabajan todo el día, los hijos chicos viven en un sillón para ver videojuegos, los hijos mayores vagan en las calles y el padre comparte en la cantina después del trabajo, ¿qué tanto es responsable la arquitectura del comportamiento social? Parece que tiene mucha responsabilidad porque en una definición basada en el usuario: la calidad debe buscar el bienestar, si una obra no cumple cabalmente las necesidades de quien la usa, su evolución en el tiempo y las cambiantes condiciones sociales que lo rodean, podemos afirmar que carece de calidad. Nunca he visto a un arquitecto vivir en una casa mínima, en cambio he visto muchas obras modificadas por sus propietarios para adaptarlas a sus necesidades y ver al arquitecto sumamente molesto porque destruyen su obra.

Los aspectos sociales también tienen efecto sobre la calidad. Sobran ejemplos de palacios modernos principalmente neoclásicos, monumentos a la opulencia, que no escatiman recursos: y podemos pensar que la mala calidad se oculta y se refleja en el dinero y el tiempo. Hacer caso omiso al hecho de rebasar el presupuesto o los retrasos no oculta la falta de calidad, así como el incumplimiento en cualquier sentido es precisamente falta de calidad y estas edificaciones generalmente tienen ambas deficiencias.

Finalmente son obras que desperdician los recursos deben ser consideradas un insulto que debe ser reprochado directamente al arquitecto, como mencionaba el arquitecto austriaco Adolf Loos<sup>1</sup> que llamó a retirar los ornamentos, no solamente para deshacerse de un trabajo que agrega valor prescindible, sino para superar la noción de construcciones propias de príncipes medievales, en sus textos refleja una preocupación por las construcciones económicas para resolver la situación de vivienda en una sociedad en crisis, con una elevada demanda pero con escasos recursos, igual que la nuestra que nos obligará a buscar nuevos planteamientos.

### **Situación de la Tecnología.**

En un marco como el que acabamos de describir, para una empresa pobre sobrepasada por sus obligaciones, cualquier tecnología es costosa. Es entonces cuando los directores y gerentes enfrentan una mala decisión: adquirir la tecnología más barata. Se recurre a la maquinaria de segunda, a construir con las técnicas conocidas, a contratar personal

---

1 Loos, Adolf, Gustavo Gili, 1972.

menos capacitado, a copiar, entre otras.

Pero también debemos mencionar la perversidad de la desigualdad económica. Toda la tecnología que usa esta industria es importada, proviene de países donde un salario mínimo representa 8 veces el salario de nuestro personal capacitado, por lo tanto sus productos exceden, al menos 8 veces nuestra capacidad de compra. Aquí no aplican las economías de escala, el precio es el valor que le otorga el dueño a su tecnología y generalmente dicho precio está sobre valorado.

Brevemente abordaremos el tema de los costos de la tecnología obsoleta. Para explicar el costo que representa un equipo obsoleto es mejor explicarlo con el ejemplo de un automóvil, que podemos relacionar fácilmente: al adquirir un auto de segunda mano no sabemos los cuidados o descuidos que haya sufrido, así que cuando hay un percance, lo primero que viene a la cabeza es el probable descuido en su mantenimiento, pues seguramente el propietario no conoce el verdadero estado del mismo. El segundo pensamiento es que si adquirió un vehículo usado, seguramente desconoce y se resiste a hacer mantenimientos exhaustivos, que son costosos. En lo que respecta a la eficiencia, es natural que un motor comience a perder potencia, consume más gasolina y aceite, y seguramente su desgaste normal lo tendrá más tiempo en el taller. En términos económicos significa un elevado costo en reparaciones comparado con un vehículo nuevo, pero adquirir un vehículo nuevo implica una descapitalización.

Por lo que respecta a la tecnología informática, ejemplificaremos con el caso de los ingenieros de la vieja escuela, quienes calculaban y costeaban a lápiz y cuyos resultados los obtenían después de una o dos semanas de trabajo, pero que a pesar de que aparecían equipos y sistemas que podían hacerlo en un par de días se resistían pensando que podrían caer en errores y se sometían al tiempo acostumbrado. Con la llegada de las computadoras personales y la estandarización de los sistemas, todos los empleados de las empresas pensaban que el software iba a desplazar a los ingenieros, pues el jefe podría a hacer todo ese trabajo, pero el resultado es que las empresas comenzaron a comprar más porque se dieron cuenta que efficientaban su trabajo, con más empleados capacitados podrían cumplir con más trabajos y crecer más.

Las casas desarrolladoras de software desde un principio comprendieron la baja probabilidad de tener competidores, por lo que asignaron precios sumamente elevados a sus aplicaciones, por ejemplo AutoCad tiene prácticamente el mismo precio desde hace más de 20 años, entonces la política de las empresas fue mantenerse en ese rango de precios, de tal manera que no ha habido suficiente presión para vender los sistemas a un precio menor, a pesar de sus enormes ventas.

Pero cuando la tecnología es demasiado costosa y la formación técnica es demasiado obsoleta, basta una inocente instalación ilegal para desembocar en una industria de la piratería. El problema del software es que a diferencia de los equipos, no se pueden conseguir de segunda mano y no se desea tener una versión anterior, era prácticamente imposible hacer ingeniería inversa en nuestro país cuando se comenzaron a comercializar los sistemas que conocemos actualmente, y finalmente resulta mucho más fácil pedir un

disco prestado. Por cierto no descartamos que la facilidad de hacer copias haya sido una estrategia de mercadotecnia premeditada o que la fijación de precios se haya dado como un acuerdo del gremio. Finalmente el resultado del posicionamiento de marca es que arquitectos e ingenieros desconocen e ignoran cualquier otra alternativa.

El desarrollo de las empresas se ha visto sumamente retrasado por toda esa situación, a tal grado que consideramos que la industria de la construcción tiene un atraso tecnológico de 10 años, pues enfrenta los problemas de que la misma empresa posee versiones diferentes del mismo programa, adquieren otros sistemas no compatibles, enfrentan dificultades de exportación e importación entre aplicaciones, se produce la típica sub-utilización del software por falta de capacitación de los profesionales.

La siguiente causa es estado de confort de la industria informática nacional, que no percibe una necesidad o una premura del usuario y no intenta adaptarse a las condiciones de la región (tecnológica o económicamente). El resultado es que se viven enormes demoras en las empresas constructoras en su trabajo de diseño, documentación, colaboración, intercambio de información, control, etc..

### **Los obstáculos de la tecnología.**

Estimamos que si las empresas llevan un retraso tecnológico de 10 años, las Universidades van atrasadas 15 años o más, considerando que la tecnología que debe desarrollarse en la Universidad tarda al menos 5 años para llegar a la vida real.

**El precio.** Prácticamente toda la tecnología al ser de importación hace impensable adquirirla para muchas organizaciones. Sin embargo el desarrollo de tecnología en México es muy deficiente porque no hay demanda pero tampoco conocimiento. Por ejemplo, los apoyos de Prosoft (fondos de la SE para desarrollo de software) se han disminuido considerablemente porque se vieron saturados apoyando sistemas solamente para facturación, contabilidad o administración de negocios, cuando las potencialidades en el mercado de la construcción son enormes pero completamente ignoradas.

Otro gran problema en las Universidades y los centros de investigación es su necesidad de financiamiento, el cual de manera general y creciente proviene de centros de investigación extranjeros y de empresas transnacionales, quienes buscan objetivos diversos a los nuestros; no mentimos al decir que la referencia y los parámetros de medición de productividad académica provienen de la aceptación principalmente en publicaciones extranjeras, pero con criterios de oportunidad y beneficio de las propias instituciones y sus mecenas. En otras palabras, alinearse a los objetivos de las metrópolis es esencial para lograr fondos.

Contradictoriamente la inversión privada nacional destina fondos para crear centros propios de formación y capacitación, dejando toda la responsabilidad de la ciencia y desarrollo a los insuficientes fondos públicos, cediendo el poder a los costosos productos importados que atentan contra su propios beneficios.

**La disponibilidad.** En el caso de las Universidades es común que el interés por implantar una nueva tecnología sea condicionada:

- Por el mercado, hasta que demande profesionales con ciertos conocimientos. En otras palabras que la tecnología se haya convertido en un estándar comercial; lo que resulta incongruente hablando que se estima que la tecnología cambia cada 6 meses y se renueva completamente en un par de años, esto explica parte del mencionado desfase tecnológico.
- Por el personal académico, hasta contar con el personal suficiente para atender dicha necesidad, situación contradictoria en un centro educativo cuyos objetivos son: desarrollar nuevos conocimientos a la par que mantener el conocimiento a la vanguardia de sus miembros a través de los apoyos nada despreciables para la educación continua.

Las marcas al conocer esta situación es común que al ser aceptado como proveedor de alguna Universidad se vuelven intocables, pues ninguna otra marca podrá acceder fácilmente a ese mercado. En general las áreas de administración consideran que los productos similares ofrecen lo mismo como si se tratara de una silla o un escritorio, sin comprender que la dinámica de la tecnología es tal que la competencia se arrebató el liderazgo del mercado de un lustro a otro.

Otro aspecto que va de la mano con la disponibilidad tecnológica es la falta de cultura para la capacitación constante del personal de las empresas, que viene aunado a la alta rotación de personal. Este problema las empresas lo “resuelven” solicitando candidatos que cumplan con requisitos previos en el dominio de herramientas específicas, pero esto provoca una lluvia de propuestas para quienes han alcanzado altos niveles de especialización y en consecuencia una falta de fidelidad a su primer empresa, y el proceso vuelve a repetirse.

**La “marca”.** Es una práctica común en las políticas de adquisiciones no mencionar marcas, para dejar en igualdad de competencia a los proveedores, sin embargo desde que se inició el negocio de TI, las marcas son importantes en la competencia porque su competitividad radica en ofrecer mejores funcionalidades al mismo precio e incluso menor.

Para las empresas de software posicionar una marca fue un ingrediente económico para desarrollar lo que conocemos como tecnología propietaria, conocimientos que no se comparten y obtienen clientes cautivos; a pesar de que la industria informática sostiene que esa estrategia es la que permite la competencia por el bien del cliente, cuando se trata de posiciones cerradas el cliente es quien verdaderamente sufre, pues queda limitado en sus posibilidades de compatibilidad, dificultad en el intercambio de información, lentitud para trabajar en equipo con socios remotos, etc.

Para ilustrar esta situación mencionemos la década de 1980 a 1990 cuando despegó la industria informática para arquitectura, ingeniería y construcción, y se desarrollaron aplicaciones para el diseño por computadora. Para dar una idea de este fenómeno enlistamos las soluciones que nacieron en dicha década<sup>2</sup>:

---

2 <http://www.mbdesign.net/mbinfo/CAD1960.htm>

VersaCad, Catia, 3DEye, UniSolid, MicroCad, AutoCad, CADPlan, Unigraphics, Bravo, CoCreate, Duct, Graphisoft (Archicad), Bentley (MicroStation), CadKey, MiniCad, Varimetrix, Voila, Anvil, DesignCad, AutoSketch (Autodesk), Cadam, CadVance, Canvas [Bezier curves], Romulus [kernel Parasolid], VellunCad, SurfCAM, Strucad, Archway, T-Flex, MicroCADAM, ProEngineering, Visionary, Visio, Intergraph y Varimetrics.

La mayor parte de ellas continúa vigente en el mercado, sin embargo nunca tuvieron total compatibilidad. Hasta 2008 se realizó formalmente una alianza<sup>3</sup> para alcanzar la interoperabilidad en beneficio de la industria de la construcción, sin embargo ha sido un proceso largo y difícil que apenas comenzamos a vislumbrar. Pero en México el 90% de usuarios solamente sigue utilizando solo uno de ellos (Autocad).

En el otro extremo de la tecnología está lo que se conoce como software libre, que no es sinónimo de gratuito, no comercial o de prueba, sino simplemente es una tecnología libre de ser usada, compartida, modificada y de compartir dichas modificaciones. El Internet ha permitido el desarrollo de estas soluciones apoyadas por jóvenes interesados en programación, desarrollo de nuevas herramientas y nuevos negocios. Algunos países apostando al uso de esta alternativa tecnológica, han podido disminuir el costo de licenciamiento en varios millones de dólares; en orden de importancia están: Brasil, Alemania, Venezuela, Inglaterra, Francia, España y Argentina, que les ha permitido invertir en desarrollos propios.

Con lo que respecta al hardware, pienso que todos lo hemos visto transitar de ser productos costosos e inescrutables a versátiles y accesibles, algunas veces espinoso para la industria pero siempre beneficiador para el consumidor.

### **La corresponsabilidad de los profesionales.**

La zona de comodidad también se vive a nivel profesional, pues observamos las siguientes actitudes: “ya sé todo lo que tenía que saber”, “con lo que me enseñaron puedo desempeñarme en cualquier trabajo”, “lo que sé es suficiente para lo que piden”, “estudio solo lo que compete a mi profesión”...

Porque también las empresas no han exigido más a los egresados: piden que sean hábiles en las herramientas pero no que ayuden a resolver problemas, piden experiencia curricular pero no piden experiencia diaria. A los profesionales se les acostumbra a trabajar aisladamente sin involucrarse con los problemas que surgen por ejemplo con el cliente, los proveedores, los contratistas o el manejo de personal, hacen solamente las tareas que les asigna el jefe.

Muchas obras de arquitectos se realizan en gabinete, olvidan el ambiente natural, social y económico de la obra, y eso se refleja en proyectos irrealizables, con sobre precio y fuera de contexto. En un país con grandes diferencias sociales la obra arquitectónica debe dejar

3 BuildingSMART, 2008, <http://buildingsmart.org>

de ser arte para convertirse en solución técnico-estética, aplicando la mayor cantidad de técnicas para solucionar el conjunto de requerimientos, no solamente el ego personal o del cliente.

En el caso de los ingenieros encargados del cálculo de las estructuras cumplen con efectividad su labor, pero no se involucran en el anteproyecto, no buscan nuevas soluciones y siguen haciendo estructuras del mismo modo como las aprendió (en la escuela o en el trabajo), con los mismos materiales y las mismas técnicas de cálculo.

En general la aplicación de nuevos conceptos y técnicas tardan mucho tiempo en llevarse a la realidad, los universitarios olvidan que su labor más importante debe ser el conocimiento y desarrollo de nuevas soluciones y nuevas herramientas, la escuela es un pequeño laboratorio, por ello también es ofensivo acudir a revistas especializadas para “inspirarse” y crear proyectos sin identidad.

Como todo producto de la creatividad humana, veremos obras increíbles pero inútiles, agraciadas pero costosísimas o económicas pero deprimentes. La labor de un profesional está principalmente en lograr un equilibrio entre los factores principales de la construcción: economía, eficiencia y belleza. En la ética universal, que no está sujeta a la moda, se llama a todo acto humano a ser: bueno, bello y verdadero. De los dos primeros no cabe ninguna duda, pero del tercero quizá haya que recalcar que la verdad debe ser contrastada con la realidad, un edificación no ocultará las “ciudades perdidas” les da mayor relevancia.

### **La preparacion profesional.**

La tecnología BIM está orillando a los profesionales a trabajar en equipo, pero de una forma muy diferente a la que se acostumbra en el proceso educativo.

Con la aplicación de nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje introducidos fundamentalmente en los años 70 por el Dr. González Casanova<sup>4</sup>, se estandarizó una formación educativa a través del trabajo activo y conjunto, sin embargo adolece de la diversidad que enriquece el campo profesional de trabajo: las diferencias, discrepancias y disparidad de los compañeros.

Trabajar con personas con el mismo nivel de conocimientos no desemboca en una formación activa pues algunos de los miembros serán condescendientes con las aportaciones de los otros y en cambio, el miembro más activo está inclinado a imponer sus ideas. En la práctica profesional en cambio, el egresado tiene la oportunidad de conocer su ignorancia frente a los problemas diarios. Así que recibir la formación necesaria para enfrentar problemas verdaderos, no simulados, debe ser el objetivo de los estudios universitarios, de lo contrario seguirán egresando aprendices con título, ello se evidencia en la escasez de empleos para los recién egresados o la abundancia de sub-empleos que no corresponden a su nivel curricular.

---

4 <http://www.cch.unam.mx/historia>

La formación universitaria ha visto confrontada una posición cerrada respecto al alcance de sus egresados, opuesta a la educación técnica. Para explicarlo de manera simplista digamos que a una obra austera se dice obra de ingenieros y por el contrario, si tiene mucho estilo, aunque sea ecléctico<sup>5</sup>, se le atribuye a un arquitecto. En la disyuntiva parece que debemos escoger entre obras funcionales y resistentes o bellas y frágiles. A la formación del arquitecto se le llena de información artística esperando que de entre miles de egresados aparezca un arquitecto de talla mundial, que realice grandes y sobresalientes edificios. Esta posición expresándola así de simple, muestra la contradicción de lo que debe ser la formación profesional.

En el caso de la ingeniería a pesar de que es una disciplina técnica, buscan alguna notoria diferencia entre un egresado universitario y uno politécnico, en realidad la formación es tan completa o limitada en uno como en otro. Lo que nunca se ha comprendido en México son la diferencias del saber que buscan los estudios técnicos y los universitarios. Somos conscientes de que muchas decisiones tienen finalidades políticas, pero en este sentido es necesario revisar los objetivos de los estudios universitarios.

Sin entrar en detalles que obligaría a un trabajo extenso, vemos la necesidad de voltear a ver el modelo educativo alemán, que sigue siendo un referente importante. La diferencia entre una escuela técnica y una universidad la entiendo gráficamente como un triángulo la primera y un círculo la segunda. El triángulo sigue líneas rectas para desplazarse de un punto a otro, en tanto que el círculo puede formarse por una multitud de triángulos infinitesimales unidos por el centro. Recorriendo los triángulos es posible recorrer el círculo, sin embargo cada recorrido puede ser diferente. El esquema de los créditos escolares es precisamente eso, la libertad de cumplir exigencias rígidas y la flexibilidad de desarrollar talentos personales.

Esta generación tiene a su favor que sus padres están dispuestos a mantenerlos hasta llegar al doctorado, hay que saber aprovechar esa ventaja, el país está dejando de buscar super-especialistas porque es más rentable el personal flexible, pero obviamente con muchos conocimientos. Los especialistas solamente tendrán cabida en los centros de investigación en el extranjero.

Las escuelas lo permiten, pero deben alentar diversidad del conocimiento; en un mundo complejo y competido ya no basta haber cumplido con las materias básicas para sobresalir, para obtener trabajo o para subsistir, es necesario abrir el campo de conocimientos para enfrentar al mundo con personalidad propia. En las revistas especializadas en CAD, cada vez es más común encontrar articulistas que llaman a los arquitectos a aprender programación<sup>6</sup>, porque es su mejor herramienta y segundo, nadie hará por él lo que realmente necesita. De igual manera conminamos a los arquitectos a acercarse a los conocimientos de los ingenieros y éstos a las habilidades de aquellos. Lo mismo decimos a los ingenieros en sistemas, a los diseñadores, a los administradores, a los antropólogos, a los ecologistas, etc.

5 Debemos entender lo ecléctico como un especie de estilo que no es un estilo.

6 <http://www.cadalyst.com/cad/autocad/create-plugin-autocad-16750>

Esta práctica además de acercar a las disciplinas, algo muy importante en el trabajo colaborativo pues es la forma de trabajo grupal cada vez más común, permite conocer los diferentes lenguajes, saber apreciar la aportaciones de otros y saber comprender el por qué de lo que proponen. De ahora en adelante casi será imposible trabajar junto con otros colegas, cada vez más disciplinas diversas integrarán los equipos de las empresas.

Cuando el Dr. Bátiz implantó lo que conocemos como Servicio Social, lo que esperaba era que la fuerza laboral de los estudiantes fuera aprovechada para atender a las comunidades a un bajo costo, pero igualmente complementar los conocimientos teóricos de la escuela con experiencia en la práctica. Ahora muchos estudiantes antes de aceptar las prácticas preguntan cuánto van a recibir, porque no tienen criterio para comprender que su instrucción básica no tiene valor en la práctica, apenas acaso como mandaderos. Lo que deben buscar no es remuneración sino conocimiento práctico, los estudios no son una carrera de velocidad, si en el último año una empresa los integra a un proyecto de tiempo completo deben aprovecharlo para aprender o para llevar lo aprendido en la escuela y la Universidad debe aplaudirlo y apostar por ese ejemplo.

Siempre se ha recomendado que los estudiantes trabajen para adquirir experiencia en el campo de trabajo, muchos dirán que no hay trabajo, pero están hablando de un trabajo asalariado, con posición y contrato, por ello un conocido consejo es que si deben trabajar gratis para aprender, deben hacerlo, porque vale más que el salario que les puedan pagar.

Por el otro lado, las empresas agradecerán que fluyan a su interior nuevas ideas, aportes y apuestas, que no reciben actualmente porque no han desarrollado esa mentalidad abierta con las escuelas y no lo harán hasta que se convenzan de que las Universidades poseen mayor saber tecnológico que ellos.

Los egresados deben adquirir una cualidad más difícil: el emprendedurismo. México ha establecido un programa muy fuerte para estimular el autoempleo con orientación empresarial, pues ha visto sus beneficios en otras regiones, porque las pequeñas empresas son un potente motor del desarrollo: flexible, económico y rentable. Es conocido el hecho de que la pequeña empresa ocupa la mayor parte de la mano de obra en la economía, lo que no se ha difundido es que la ineficiencia de las grandes empresas es enorme en términos de financiamiento, consumo energético, aprovechamiento de recursos, infraestructura, resistencia a los cambios, etc.

Emprender un negocio es bastante más difícil que decidirse a abrir un local u ofrecer nuestros servicios. Es una materia que no puede existir como tal y hay que planearla sin esperar que se abra un curso. Por ello insistimos en la necesidad de aprender más, pero la particularidad de ser emprendedor implica tener conocimientos de otras áreas como administración, finanzas, leyes, mercadotecnia y habilidades de venta, es imprescindible el conocimiento del negocio y el negocio de la industria de la construcción es bastante complejo.

## Un nuevo modelo de negocio.

Así como a pesar de que existe múltiple software y en nuestro país conocemos solamente uno, en otras regiones un conjunto de soluciones están revolucionando el trabajo de la construcción. Los departamentos de proyectos están entusiasmados con la facilidades de diseñar en 3D, lo que ignoran es que otros países realizan sus proyectos en 4D, 5D y 6D. Los gobiernos de algunos países especialmente nórdicos (Noruega, Finlandia y Dinamarca), Inglaterra, Australia y EEUU, están obligando a uso de tecnología BIM<sup>7</sup> para la realización de las obras públicas. Los objetivos son establecer un método que permita eficientar y transparentar los trabajos de la industria de la construcción.

A partir del uso de tecnologías cada vez más avanzadas, se abren las puertas a un nuevo modelo de negocio para la industria de la construcción. El primer aspecto del modelo ya lo mencionamos: es el trabajo colaborativo, que permite mantener la comunicación desde el primer momento entre el planificador, el arquitecto, el constructor, el cliente y las autoridades. Esto significa que las decisiones puede ser tomadas inmediatamente, las alternativas pueden desarrollarse sin pérdida de tiempo y los posibles problemas pueden ser visualizados desde los diversos puntos de vista.

El proceso colaborativo en la etapa de proyecto ejecutivo tiene como cualidad resolver conflictos en el mismo momento con la participación del arquitecto, el ingeniero, el constructor y los contratistas. Es el momento propicio para proponer soluciones innovadoras, simplificar detalles e incluso revisar la mejor alternativa entre muchas otras manteniendo toda la documentación actualizada.

Las nuevas tecnologías permiten controlar todo el proceso constructivo y más, lo cual significa eliminar la incertidumbre que pesa siempre sobre un proyecto, permiten reducir los costos de la obra y disminuir el tiempo de su ejecución. Todo lo anterior gracias a que los involucrados tienen la información en tiempo y pueden tomar decisiones anticipadas a cualquier evento. Debemos mencionar especialmente que todo el proceso queda registrado en una base de datos y que toda la documentación técnica se mantiene actualizada en todo momento.

Estas aplicaciones se agrupan en el concepto de AEC<sup>8</sup> y abarcan los siguientes denominaciones y alcances:

- 3D – corresponde al diseño del modelo<sup>9</sup>
- 4D – aplica a la programación de actividades
- 5D – a la administración de costos

---

7 BIM (Building Information Modeling), lo hemos traducido como “Modelado con Información para Construcción”.

8 AEC (Architecture, Engineering and Construction).

9 No debe confundirse un modelo 3D en BIM con un modelo 3D CAD, el cual no contiene información ni especificaciones de construcción asociadas al modelo

- 6D – se relaciona con el mantenimiento
- 7D – sobre la sustentabilidad
- 8D – se refiere a la sanidad y seguridad

Sin embargo el mayor progreso del nuevo modelo de negocio es su capacidad de mirar más allá de la obra, permitiendo a las empresas una mayor estabilidad en tiempos inestables, interviniendo en las edificaciones cuando los gastos son mucho mayores pero los ingresos también lo son.

A esta tecnología la American Institute of Architects (AIA) ha estandarizado el nivel de detalle de los elementos constitutivos del modelo y se describen como LOD:<sup>10</sup>

- LOD100 – equivale a un modelo dimensionado en general
- LOD200 – corresponde a un elemento bien especificado
- LOD300 – contiene información suficiente para su adquisición
- LOD400 – posee detalles para su instalación o fabricación
- LOD500 – incluye explicaciones de operación y/o mantenimiento

Con la información alcanzada, el constructor mantiene una relación más duradera con el propietario para cualquiera de los siguientes supuestos: automatización del edificio, control computarizado de servicios, adecuaciones, ampliaciones, remodelaciones, y rehabilitación.

## Resultados

Las empresas de tecnología estamos ávidas de mostrar nuestros mejores productos a las Escuelas y Universidades, para que los conozcan, prueben, evalúen, usen y asesoren a las empresas y organizaciones. El software es gratuito para estudiantes, muchas marcas disponen de guías en las redes sociales, generalmente para el uso académico no tiene costo o se ofrece a un costo muy bajo. Esto es resultado de la competencia, sin ésta no habría empresas dispuestas a obsequiar su trabajo.

Esperamos también que esto impacte el desarrollo de nuevo software de marca y software libre (de código abierto) inexistente en México, pero que sin embargo muchos mexicanos participan activamente aportando a dicho software desarrollado otras partes del mundo.

## Conclusiones

Son las Escuelas y Universidades en quienes recae la responsabilidad de acercar la tecnología a la sociedad, su labor es operar en el límite del conocimiento y en la medida que lo hagan, será el reconocimiento que reciban de otras instituciones.

<sup>10</sup> LOD (Level of Development). Se traduce como Nivel de Detalle o Desarrollo. Se refiere a la cantidad de información que contiene un componente dentro del modelo BIM.

En las Escuelas y Universidades está la solución de muchos problemas que aquejan a nuestro país, tanto en el trabajo académico, de investigación y difusión, siempre que cumplan con los objetivos de mantenerse cercanos a la realidad y no perder la objetividad.

El desarrollo tecnológico no solamente es propio de las instituciones académicas, muchas empresas privadas estamos involucradas también y es necesario romper el estereotipo de que la incompatibilidad de fines es motivo suficiente para no compartir los resultados.

## Bibliografía o Referencias

- Enlaces Web:

buildingSMART, (2014) Disponible en: <http://www.buildingsmart.org/standards/>

Allplan, (2017) Disponible en: <http://www.allplan.com/es/>

Vectorworks. (2017) Disponible en: <http://www.vectorworks.net/espanol/>

Synchro, (2017) Disponible en: <http://www.synchro.com/es/>

IwaTecnologías SA de CV (2016), Disponible en: <http://www.iwaconsultores.com>

- Publicaciones:

Couto Cerqueiro, David, (2014), *BIM Quantity Takeoff*, tesis para alcanzar el grado de Master in European Construction Engineering.

Urbina Velasco, Alberto, (2013), *Assessment of 4D BIM Applications for Project Management Functions*, tesis para alcanzar el grado de Master in European Construction Engineering,

## Acerca Del Autor

*Adalberto Taro Arai Prado es diseñador industrial por la UAM Azc. con estudios de ingeniero arquitecto y maestría en diseño industrial en la UNAM. Ha tomado cursos técnicos de electrónica, máquinas herramienta y dibujo técnico, programación de computadoras y operación de equipo de cómputo de alto desempeño, capacitación en tecnología de computadoras personales, sistemas y aplicaciones administrativas de diseño, ingeniería y arquitectura. Trabajó para el gobierno federal, la industria privada y en emprendimientos propios. Fue profesor en la UAM Azc., ENEP Aragón UNAM, Escuela del Hábitat UASLP y técnico académico del Centro de Instrumentos UNAM. Socio fundador de Esforcem AC para la formación de valores y colaborador del laboratorio Baggio para la asistencia médica. Fundador de IWA Consultores empresa especializada en la asesoría de software y socio de IwaTecnologías SA de CV para la distribución de software y hardware de alto desempeño.*

## Autorización y Renuncia

El autor del presente artículo autorizan al Área de Administración y Tecnología para el Diseño, para publicar el escrito en la Compilación de Artículos de Investigación (2016). El Área de Administración y Tecnología o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.