

El proceso proyectivo colaborativo en BIM: Aproximaciones a partir de la semiótica de C. S. Peirce

The collaborative projective process in BIM: Approaches from the semiotics of C. S. Peirce

Julián Danilo Vargas Cubillos

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
(UFMS), Brasil.

julianvargas.design@gmail.com

Gilfranco Medeiros Alves

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
(UFMS), Brasil.

gilfranco.alves@ufms.br

Abstract

This paper studies the process of conception in BIM architecture, using concepts of Peircian semiotics, in order to apply it in the design oriented to the resilience. There are three ways of designing in Revit Architecture software: (i) the conceptual mass, which demonstrates an abductive-iconic type of reasoning and a stereotomic process. (ii) Object-based modeling, which demonstrates a deductive/inductive-symbolic and a tectonic procedure and (iii) collaborative modeling, which manages to initiate a parallel process between different professionals and the community. These processes are understood in a semiotic relationship, in which are present signs and reasoning of different hierarchies.

Keywords: Process; BIM; Semiotics; Resilience; Collaborative.

Introducción

Al diseñar un proyecto de arquitectura, se establecen vínculos con diferentes herramientas que permiten alterar los alcances de la disciplina. Las primeras aproximaciones al método proyectivo, iniciado por Alberti en el renacimiento con definiciones científicas sobre la perspectiva, se desarrollaron gracias al dibujo en dos dimensiones apoyado sobre soportes analógicos, que avanzó gracias a la computación, hacia soportes digitales. Incorporaciones posteriores orientan el uso de medios digitales de tipo Computer Aided Design (CAD) y Building Information Modeling (BIM). Estas tres maneras, diseño análogo, CAD y BIM, son actualmente utilizadas paralelamente en diferentes etapas del proceso proyectivo, existiendo un mayor interés en la utilización de la tecnología digital BIM, por entenderse que posee un desempeño de posibilidades superior y una forma apropiada de trabajo colaborativo, similar a la demandada por arquitectos. Esta colaboración se extiende no sólo al proyectista, si no, a ingenieros, constructores, contratistas, usuarios, sociedad, entre otros.

A pesar que, en términos perceptivos, las representaciones son bidimensionales de una realidad tridimensional, este cambio tecnológico viene acompañado de una alteración en la forma de representación utilizada en el desarrollo del proyecto, que genera también, una variación en el uso del computador y las interfaces de software, que en vez de representar la realidad por medio de iconos, realiza una simulación del entorno, tomado parámetros del mundo real concreto. Por ejemplo, el proyectista se distancia del

pensamiento por medio de líneas libres a mano en el diseño analógico y comienza a pensar por medio de objetos, entendidos como una definición geométrica con cierta estructura e inteligencia. En otras palabras, deja de pensar en líneas que forman representaciones en planta, corte y fachada y comienza a pensar en objetos y modelado. Como resume Helio Piñón en un artículo dedicado a la representación gráfica digital: “no se trata ya de representar con líneas y texturas una realidad de naturaleza esencialmente distinta a la del medio de representación bidimensional, sino de ordenar y enlazar unos elementos —es decir, de construir—, con vistas a obtener estructuras formales desarrolladas en el espacio” (Piñón, 2009, p. 02).

Estas mudanzas son discutidas en este artículo, primero contextualizando sobre la arquitectura digital y la tecnología Building Information modelling (BIM), para posteriormente, realizar un estudio fundamentado en la semiótica de Charles Sanders Peirce (1839-1914), que enfatiza en la concepción de diseño en el software Revit Architecture, contribuyendo al entendimiento de tres maneras de abordar el diseño, a saber: (i) La masa conceptual, (ii) El modelado a partir de objetos y (iii) El modelado colaborativo. Evidenciando, que entender cómo funcionan y son producidos los signos en estos procesos, permite comenzar a instituir mecanismos y estrategias para vincular iniciativas que no son propiamente del área académica e integrarlas, a través del diseño colaborativo, logrando el acercamiento de la comunidad durante el proceso de proyecto. Manifestamos, de esta manera, se crea un panorama para el entendimiento de los signos y el proceso de concepción y no propiamente una

aplicación directa con la comunidad, que será posteriormente encaminada con esta investigación.

Arquitectura Digital

En el libro “O Campo Ampliado da Arquitetura”, una antología teórica de textos entre 1993 y 2009, Sykes (2013) expone un panorama donde la era digital, sin dejar a un lado la preocupación por el medio ambiente, surge como asunto contemporáneo categórico en la arquitectura. Sobre lo digital, ella realiza unos cuestionamientos: “¿De qué otras maneras el arquitecto puede utilizar las nuevas tecnologías digitales? ¿Qué consigue la digitalización hacia la arquitectura como disciplina? ¿Es necesario re-concebir la arquitectura? [...] lo digital es parte indisoluble de nuestra realidad actual y la arquitectura necesita lidiar con ello directamente.” (Sykes, 2013, p.19, Traducción nuestra).

De esta manera, lo digital se presenta como una condición actual y la estructura que lo soporta, como interfaces, hardware y software, son herramientas que deben ser aprendidas y aprovechadas por los participantes en los proyectos. Bruno Fernandes, Alice Cybis e Américo Ishida (2007) expresan que, con la presencia de los computadores personales, aumentó el uso de diversos recursos digitales para expresar ideas, así como la capacidad de aprehensión y análisis del proyecto, al permitir visualizar y crear modelos tridimensionales. Son diferenciables, según ellos, tres momentos de esa incorporación, el primero es marcado por la sustitución de la plancha de dibujo análoga para la digital, el segundo, utiliza lo digital para viabilizar las construcciones y el tercero, toma partido de las virtudes tecnológicas. Sobre el primer momento, manifiesta que auxilia en la agilidad de representación de plantas, cortes y fachadas, por otro lado, el modelado digital comenzó a priorizar el proyecto tridimensional, permitiendo desarrollar estudios y análisis de la forma en un entorno gráfico diferente. Al respecto del segundo momento de la incorporación de la computación gráfica, se muestra como ejemplo los primeros proyectos de Frank O. Gehry, que, partiendo de un modelo tridimensional físico, genera la geometría digital para mejorar y viabilizar la construcción del modelo complejo, incorporando el uso del software CATIA, Computer-aided three dimensional interactive application. En este segundo momento, también son agregados aquellos arquitectos de-constructivistas, ya que, al utilizar geometrías complejas, fueron forzados a utilizar sistemas de representación y concepción avanzados. El tercer momento de la incorporación de la computación gráfica, es marcado tanto por el uso de la computación desde el inicio del proyecto, como para el uso de análisis en relación a las potencialidades, donde el computador se torna un medio indispensable. Aquí las innovaciones formales de la arquitectura son ultrapasadas y son consideradas otras realidades de la vida digital, expandiendo su estudio a las mudanzas de estilo de vida y las facilidades de la comunicación.

Building Information Modelling

Teniendo este panorama presente, el BIM, se incluye dentro del tercer momento de la computación gráfica debido a la utilización del software desde el inicio del proyecto, existiendo

un interés en las virtudes y potencialidades de esta tecnología. En el libro titulado BIM: Handbook, se define BIM como “una tecnología de modelado y un conjunto de procesos asociados para producir, comunicar y analizar modelos de construcción” (Eastman, Et. al., 2008, p.13, Traducción nuestra). De esta manera, podemos decir que BIM es una tecnología que envuelve tanto el modelado tridimensional, como también, un conjunto de procesos asociados a este modelo. Estos modelos de construcción, también, son caracterizados por componentes pre-definidos que son representaciones inteligentes de objetos compuestos de datos y reglas paramétricas. Uno de los software que utiliza tecnología BIM, es Revit Architecture, el cual, está pensado para la industria de la construcción civil y donde se pueden reconocer tres maneras de abordar el diseño: (i) La masa conceptual, que permite soportar las aplicaciones del diseño conceptual, ejecutando una relación de masa acoplada con el espacio arquitectónico (Eastman, Et al., 2008, p. 130 - 131), (ii) El modelado a partir de objetos y el (iii) El modelado colaborativo, en el cual participan diferentes actores desde el inicio del proyecto, utilizando tanto el primer o el segundo proceso de creación. Comenzaremos por definir los componentes utilizados en Revit, que, a nuestro modo de ver, es parte fundamental en estos entornos digitales, para seguidamente, estudiar cada uno de esos modos de abordar el diseño.

Una aproximación semiótica para los procesos de proyecto en BIM

Mostramos brevemente que el proceso en BIM es diferente en relación a la manera tradicional y CAD, respecto a la manera de concebir y abordar un proyecto arquitectónico, dado que se desarrolla con componentes que no son únicamente líneas, si no, elementos transferidos de la realidad físico-gravitacional con características que permiten producir simulaciones. Esta es, una naturaleza híbrida de los componentes que son mostrados en la plataforma, porque relacionan entidades concretas y virtuales como parte esencial de los objetos. Siguiendo con Eastman (Eastman, Et al., 2008, p. 90), la naturaleza de los objetos en Revit, se puede entender, con ayuda de un plano cartesiano con dos ejes que determinan los diferentes formatos digitales de intercambio de datos, dependiendo del tipo de geometría que pueda almacenar. Un primer eje a la izquierda, (de abajo para arriba) es llamado de estructura e inteligencia y es compuesto por ítems como colores, texturas, atributos, objetos y relación con objetos, y reglas. Un segundo eje en la base (de izquierda a derecha), es llamado de geometría y es constituido por ítems como píxeles, líneas en 2d, polígonos 2d, mallas 3d, sólidos y familias paramétricas. Los tipos de formatos de los objetos que son utilizados por el software aparecen distribuidos aumentando proporcionalmente en relación con esos dos ejes. Por ejemplo, los objetos JPEG (Joint Photographic Experts Group), están en la intersección entre colores y píxeles. Otro tipo de objeto como el IFC (Industry Foundation Classes) están en la intersección entre relación con objeto y sólidos. A pesar que este plano cartesiano se refiere al formato, extensión o sufijo del archivo digital, lo importante es mostrar que existe un interés en la tecnología BIM en potencializar, partiendo de una interface digital, a estructura e inteligencia de la geometría en su relación con el mundo concreto, o sea, su naturaleza híbrida.

Realizando una analogía con los íconos, índices y símbolos descritos por Charles Sanders Peirce, equivale a decir que los íconos son las imágenes-píxel compuestas puramente de colores y texturas que muestran las cualidades de los objetos y aquello que representan solamente se muestra a través de una posibilidad en términos cualitativos, en los primeros niveles de abstracción. Los índices, son los sólidos, polígonos y mallas 3d con ciertos atributos que evidencian un reconocimiento singular, con el cual es factible hasta cierto punto, conocer la materialidad de lo representado, entrando en juego las singularidades que permiten reconocer el signo en un aquí y ahora. Finalmente, se extrae lo genérico de los objetos singulares y se pasa a los objetos que se relacionan a partir de un sistema de reglas generales, conocidos como símbolos, los cuales se encuentran en las familias paramétricas con reglas atribuidas al conjunto. La misma matriz muestra una relación de complejidad al respecto del tipo de objetos y sus características de representación en la pantalla del computador, en el cual, la representación no actúa solamente como un diagrama y si, como información, atenuando el interés por lo meramente visual, agregándole valor a los datos. Es decir, los íconos están relacionados al primer momento de incorporación de lo digital, en formatos de imagen. Los índices, están relacionados con sólidos, polígonos y mallas 3d que indican ciertas características de la realidad física. Los símbolos, están relacionados con el tercer momento de incorporación, simulando realidades físicas, enfocándose en los datos de una generalidad, como signo primordial. Teniendo este panorama presente y con el objetivo de utilizar los íconos, índices y símbolos en el proceso proyectivo colaborativo, es necesario pasar por el acto proyectivo individual, para conseguir proporcionar informaciones pertinentes para el proyecto arquitectónico.

Masa Conceptual

En Revit Architecture, la masa conceptual es un proceso de concepción más libre. El mismo nombre refiere a una propiedad plástica y puede ser entendida como una aproximación al espacio partiendo de un modelo estereotómico. Este modelo, según Alberto Campo Baeza (2003) remite a la arquitectura maciza, rocosa y pesada, una arquitectura que necesita abrirse para permitir la entrada de luz. Se entiende estereotómico también como “el arte de cortar sólidos, ex. Piedra, en ciertas figuras o formas” (Harris, 2006, p. 942, Traducción nuestra). Consecuentemente, la masa conceptual es un proceso en el cual la construcción del espacio es realizada desde volúmenes, alterando y sustrayendo la geometría topológica, para concluir en una forma.

La naturaleza del modo de raciocinio de esta herramienta es considerada abductiva y deductiva, dado que, la abducción, descrita por Peirce (2005) desea obtener una proposición posible, dadas ciertas similitudes y verificable únicamente en sus consecuencias. Este proceso está principalmente formado de íconos, dado que este tipo de signo, no necesita existir en un sentido fáctico. También, la abducción es conocida como un raciocinio originario o como la hipótesis de algo posible. Por tanto, al pensar en una geometría topológica y modificarla, paso a paso, se está articulando íconos que actúan por similitud a la forma final del edificio. Según la profesora

semioticista Eluiza Bortolotto Ghizzi (2006) el pensamiento abductivo, sucede cuando “ciertas ideas nuevas nos aparecen y las adoptamos apenas porque ellas nos parecen (percibimos e intuitivamente juzgamos) razonables” (Ghizzi, 2006, p.116). Es decir, aceptamos y adoptamos las formas creadas mediante la masa conceptual como formas razonables únicamente porque parecen similares al edificio concluido. En este proceso abductivo, las masas sugieren caminos posibles para dirigir el proyecto arquitectónico y son entendidas como hipótesis meramente posibles, sin necesidad de comprobar su congruencia. Cabe aclarar que, el icono es entendido también como diagrama: “el signo diagramático o ícono, que ostenta una semejanza o analogía con el objeto de discurso”. (Peirce, 2005, p.10). En la clasificación de los diez tipos de signos, Peirce también proporciona el ejemplo de sin-signo icónico como “diagrama individual” (Peirce, 2005, p. 65) y de un legi-signo icónico como un “diagrama aparte su individualidad fáctica” (Peirce, 2005, p. 65). El sin-signo icónico se reconoce por las relaciones de semejanza entre sus partes y las partes de los objetos que representan, por su vez, o legi-signo icónico es utilizado para representar clases de cosas. Estos diagramas utilizados por el arquitecto desde el inicio, funcionan para describir y solucionar el problema de diseño, teniendo en cuenta, consideraciones como contexto, medio ambiente, usos, geografía, clima, estructura, espacialidad, entre otros. De este modo, al mismo tiempo que un problema se comprende como un diagrama individual, se define una solución que se asemeja al proyecto construido.

Esta herramienta de masa conceptual, es utilizada para definir el concepto general, es decir, los primeros pasos en la constitución de la forma. Cualquier aproximación formal, es tomada como una hipótesis, la cual vuelve a interferir, a partir de la percepción, en una otra inferencia. Las diferentes aproximaciones generadas, son reconocidas a partir del raciocinio deductivo, una vez que, es necesariamente llevado a pensar, que las formas resultantes durante el proceso, satisfacen las inquietudes del proyectista. Con todo, la primera masa creada, ya incorpora algunos elementos de la realidad físico-gravitacional y no es propiamente una abstracción. Por ejemplo, muestra información como áreas (m²) de piso y volumen (m³) de la masa. Una vez que es reconocida por el pensamiento la primera información de la masa, se entra en un ciclo de retroalimentación, hasta que consecuentemente, se obtienen las dimensiones óptimas deseadas en el proyecto arquitectónico. (Ver Figura 1 y 2). Este proceso de retroalimentación es entendido como un proceso de semiosis, en el cual, el interpretante de un signo, - respectivo a la triada peirciana: Signo, Objeto, Interpretante-, se convierte en un nuevo signo susceptible a ser interpretado.

Este modo de diseñar, muestra rápidamente relaciones formales más evidentes en una representación tridimensional, lo que permite la inclusión de la comunidad. Personas sin inteligencia espacial, se les dificulta imaginar a partir de un croquis en planta o corte, a diferencia de modelos de masa conceptual, en el cual, se puede distinguir directamente la generalidad de la forma tridimensional y referirse al área y el volumen que es sugerida, para establecer ventajas y desventajas en diferentes estados de un proyecto.

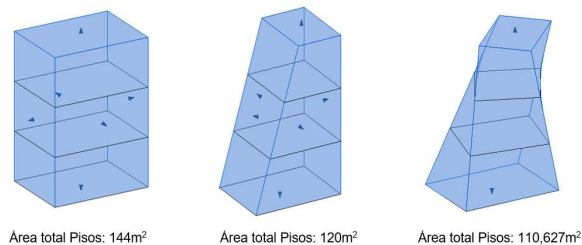


Figura 1: Proceso abductivo deductivo-diagramático, utilizando la herramienta de masa conceptual, con datos fácticos, como el área total de pisos. Fuente: Modelado en Revit por los autores, 2016. Acervo personal.

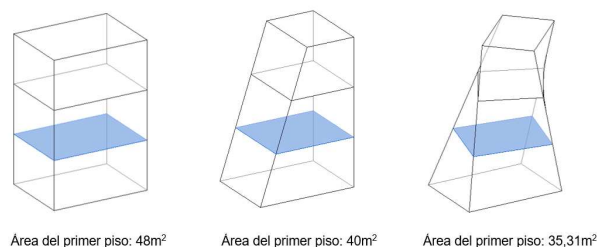


Figura 2: Proceso abductivo deductivo-diagramático, utilizando la herramienta de masa conceptual, con datos fácticos, como el área del primer piso. Fuente: Modelado en Revit por los autores, 2016. Acervo personal.

Modelado a partir de objetos

El modelado a partir de objetos utiliza componentes arquitectónicos particulares que incluyen tipos y propiedades, que al ser articulados, crean el proyecto en conjunto. Son aquellos definidos anteriormente, que involucran una estructura e inteligencia orientada hacia los datos y que, son articulados en un proceso que puede ser denominado tectónico y constructivo. Según Alberto Campo Baeza (2003), se entiende lo tectónico como la arquitectura del vano y la ligereza, que necesita cerrarse para controlar la entrada de luz. Es decir, de lo particular a lo general, se escogen los componentes y se utilizan procesos como ordenar y enlazar, para distribuirlos en el espacio. Este proceso, por un lado, necesita la definición de los componentes basados en una lógica inductiva y la articulación de las propuestas formales del proyecto que, resultan de un raciocinio principalmente deductivo.

Lo deductivo, se entiende como un “raciocinio intermediario (entre la abducción y la inducción), y se debe mantener entre una idea inicial (mera sugerencia no criticable) y su definición en un proyecto, dígame, en una conclusión que se muestra apropiada para el mundo real para el cual se proyecta”. (Ghizzi, 2006, p. 117, Traducción nuestra). Deducción es llamado de raciocinio necesario, que produce una conclusión que resulta verdadera si sus premisas también lo son. Las premisas son consideradas desde un punto de vista lógico, sin necesidad de verificación en la experiencia. En el caso del

modelado a partir de objetos, se realiza un proceso que podemos denominar de deductivo-simbólico, una vez que los componentes usados para generar ese raciocinio, es decir, las premisas, son objetos que simulan una generalidad, un símbolo, como son los componentes ‘Muro’ tipo A o tipo B, o ‘Ventana’ tipo A o tipo B, que incorporan datos paramétricos de descripciones físicas. Siendo así, cuando el proyectista utiliza un componente de Revit con propiedades definidas y lo coloca en el espacio, está articulando símbolos y la premisa consecuente de ese raciocinio, lleva necesariamente a pensar que, el objeto muro y ventana definida para un proyecto arquitectónico específico, es decir, la forma establecida, sólo puede ser verdadera y coherente, dado que las propiedades de los objetos y su forma también lo son. En este punto, resulta veraz desde un punto de vista lógico, dado que también damos por verídico que los componentes de Revit son realizados de acuerdo a una realidad definida a partir de procesos inductivos.

El raciocinio inductivo, “consiste en comprobar o refutar por medio de la experiencia, aquello que está virtualmente establecido en la deducción. Puede afirmar la verdad o falsedad de una idea”. (Ghizzi, 2006, p. 116, Traducción nuestra). La inducción es llamada de raciocinio de probabilidad, que se enfoca en aquello que es probable. Prioriza conseguir una conclusión que sea válida como una probabilidad general de algo particular, dada ciertas condiciones, al verificar en la experiencia a partir de un muestreo. Al comprobar, caso por caso, la realidad que tiene un objeto de comportarse como tal, pueden definirse sus propiedades factuales. Es decir, cada uno de los componentes, con sus descripciones ontológicas, surge de un compendio de análisis por muestreo. Una puerta, actualmente como la conocemos, es resultado por inducción de los diferentes experimentos que dicho objeto incorpora y que lo formaliza de ese modo y no de otro. Al mismo tiempo, se puede constatar que, existe un proceso inductivo-simbólico en el proceso de proyecto, que refiere a lo tectónico y constructivo. Por un lado, los símbolos, son articulados desde lo particular, para lograr una generalidad –o proyecto arquitectónico-. Por otro, el proceso inductivo-simbólico, pretende comprobar la veracidad de una idea distribuida previamente por deducción, es decir, intenta demostrar si el orden de los componentes es aceptable o no en términos arquitectónicos. En resumen, se utiliza un proceso deductivo, a partir de símbolos, para llegar a una representación de algunos componentes arquitectónicos distribuidos en el espacio que, al mismo tiempo, lleva al pensamiento a comprobar por medio de la inducción, caso a caso, lo que está previsto por la deducción, en un movimiento de ida y vuelta que está presente a cada paso en la incorporación de los componentes en el modelo tridimensional.

Para ilustrar este proceso de concepción, se puede analizar la creación de un muro en planta. En el diseño analógico, predefiniendo la escala del dibujo, son utilizadas cuatro líneas que forman un rectángulo. En el diseño CAD son utilizadas cuatro líneas con dimensión 1:1 a partir de la herramienta línea, o directamente con la herramienta rectángulo. En contraste en un modelo BIM, se selecciona la opción muro y se escoge los datos como tipo y estructura, para

seguidamente, colocar un punto inicial y un punto final del muro. Utilizar esta última opción, muestra un proceso principalmente deductivo-simbólico, en el cual, los símbolos son descritos por un proceso inductivo previo que genera una ontología del objeto. El componente muro es resultado de las anteriores experiencias de realidad y son colocadas como una conclusión definitiva en el software, como si todos los tipos de muros atendieran a esa generalidad, o por lo menos, puedan ser descritos dentro de esa probabilidad. Lo que se conoce como una familia paramétrica basada en reglas, es una conclusión de la realidad acepta como verdad por un conglomerado de personas. Sucede lo mismo con todos los otros tipos de componentes que son presentados en el software como tipos arquitectónicos. El proyectista debe conocer la lógica que define los fenómenos naturales y tener un amplio conocimiento de cómo funcionan los objetos y sus propiedades físicas en la realidad, como son, densidad, conductividad, temperatura, reflexión, etc., para aprovechar efectivamente el software.

A pesar de esta condición propia de la ingeniería, este modo de diseño, traduce estas propiedades físicas en una representación tridimensional que es cotidiana para las personas, llevando a actores no académicos, por ejemplo en un proyecto de interés comunitario, entender fácilmente la propuesta. Podemos decir, que no se interpreta un plano arquitectónico con índices propios de la profesión, como flechas, símbolos de nivel, alzados, cotas, achurados, entre otros. Con el modelo a partir de objetos, se disminuye el rango de interpretaciones de croquis o maquetas análogas abstractas, para proporcionar mayor atención en los objetos que son más evidentes, como puertas, ventanas, muros, entre otros. Asimismo, a pesar que Revit incluye componentes pre-definidos, es posible crear otros desde cero. Por ejemplo, en un proyecto comunitario, es posible comenzar desde un análisis de un contexto particular, definir nuevos componentes y materiales y consecutivamente, pedir a diferentes actores que articulen los objetos en un espacio determinado.

De este modo, entendemos que, tanto la masa conceptual, como el modelado a partir de objetos, permiten incluir estrategias para un proceso colaborativo orientado a la inclusión de actores fuera del sector de la construcción civil.

Proceso Colaborativo

Al conversar con Bruno Barbieri de Alencar, consultor y especialista en BIM, en una entrevista concedida en relación al uso de la tecnología, en Campo Grande, MS, Brasil, en noviembre de 2016, aclara que el proceso colaborativo es cuando se integra en un mismo modelo digital, la participación de profesionales que trabajan en diversas áreas desde el inicio del proyecto.

Por ejemplo, en la parte de instalaciones, el coordinador del proyecto hidráulico, realiza un archivo independiente el cual debe corresponder y estar fundamentado en el proyecto arquitectónico y en los otros complementares (Ver Figura 3). Cada archivo se muestra en la vista unificada, permitiendo reconocer errores en el diseño, lo que agrega valor al edificio final, dado que permite incorporar requisitos en todos los

niveles y prever situaciones al momento de la construcción. La mudanza principal respecto al proceso tradicional, es el momento en el cual son realizados los cambios, dado que no es un proceso en el cual, en un principio se define un plano y posteriormente se adaptan los otros profesionales. A diferencia de este esquema, se involucran desde las primeras etapas del proyecto a todos los implicados, que pueden ser, tanto profesionales como personas pertenecientes a otros sectores.

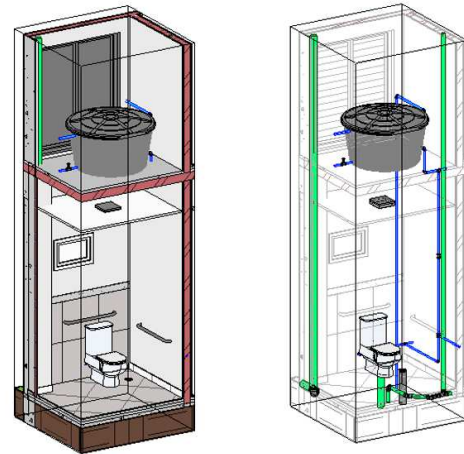


Figura 3: Axonometría arquitectónica junto con Axonometría de instalaciones hidro-sanitarias. Fuente: Printscreen de los Autores, tomado de un proyecto arquitectónico concedido por Bruno Barbieri de Alencar, Campo grande – MS, en Noviembre de 2016. Acervo personal.

Cada uno de los participantes debe ejercer modos de raciocinio abductivo, deductivo e inductivo, como fue ilustrado durante este artículo, ya sea articulando íconos o símbolos, para que a cada paso de la modificación del proyecto, llegar a un nuevo signo, una proposición que es modificada en grupo y donde los participantes deben definir y concluir un nuevo signo que evoluciona a cada etapa. Ese signo resultante o interpretante, es testado nuevamente y simulado, casi como una prueba de laboratorio partiendo de un proceso inductivo, hasta llegar a un proyecto que concluya los objetivos propuestos. Al llegar a un consentimiento general, el proyecto es determinado y admitido como solución final. Ciertamente, esta estrategia colaborativa, aporta significativamente en el diseño orientado a la resiliencia, porque puede incorporar tanto el modelado de masa conceptual, como el modelado a partir de objetos, para lograr una inclusión en los actores implícitos en un proyecto arquitectónico.

Consideraciones Finales

El software con tecnología BIM, es elaborado para incorporar signos con características diferentes a los modos de representación tradicional, así, se distancia de la mera posibilidad de representación y se aproxima a la potencialidad de la simulación, utilizando signos de carácter más evolucionado. Estos componentes híbridos requieren el

interés de entender la ontología de los componentes y sus consecuencias. A pesar que sea posible, por ejemplo, crear un componente muro con propiedades ilusorias del mundo físico, esto solamente mostrará el poco conocimiento sobre cuestiones técnicas. Este conocimiento propiamente técnico, muestra por qué algunos diseñadores se identifican más con un proceso abductivo deductivo - diagramático de masa conceptual, en vez del modelado deductivo inductivo - simbólico a partir de objetos. Este último proceso, está en transición para una mayor incorporación y eso modifica sustancialmente tanto la práctica, como la enseñanza de la arquitectura como la conocemos, siendo propicio sugerir la incorporación de software con tecnología BIM como asignatura optativa o de libre elección en las universidades. El proceso de proyecto mediado por Revit Architecture, propone diversos ambientes de manipulación de signos, que van desde lo particular a lo general y viceversa, y que permiten la incorporación de otros actores durante toda la elaboración del proyecto. Con esto no queremos decir que otros tipos de concepción y representación sean descartados, sino que, pueden ser articulados en esa relación de construcción del pensamiento.



Figura 4: Esquema síntesis de las tres maneras descritas para abordar el proceso proyectivo en Revit Architecture. Fuente: Diagramación por los autores. 2017. Acervo personal.

Concluimos que es posible verificar en Revit tres procesos de abordar el diseño; La masa conceptual, que evidencia principalmente un raciocinio de tipo abductivo, deductivo y un procedimiento estereotómico, empezando del conjunto hacia las partes, integrando íconos-diagramas; El modelado a partir de objetos, que evidencia un raciocinio de tipo deductivo e inductivo y un procedimiento tectónico, partiendo de las partes hasta el conjunto, utilizando principalmente símbolos; y el modelado colaborativo, que junta los dos primeros, para

realizar un proceso en paralelo entre diversos participantes. (Ver Figura 4). Este entendimiento de los signos, abre la posibilidad para la distinción y elección de metodologías apropiadas con la intención de integrar la comunidad en diferentes etapas del proyecto arquitectónico. Finalmente, es considerado para estudios posteriores, reflexionar más profundamente cada uno de estos procesos, una aplicación de campo directamente con la comunidad sobre estos tres modos, así como también, un análisis de otros entornos digitales, vinculando teorías de C. S. Peirce dentro de un panorama aplicado al entendimiento del proceso proyectivo en arquitectura y al comportamiento del raciocinio.

Agradecimientos

Agradecemos al Programa de Especialización 'Abordagem Contemporânea na Arquitetura e na Cidade' del curso de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, al grupo de investigación algo+ritmo (www.facebook.com/AlgoRitmo.ufms), a Bruno Barbieri de Alencar y a la Prof. Dr. Eluiza Bortolotto Ghizzi por todos los aportes recibidos.

Referencias

- Baeza, A. C. (2003). De la cueva a la cabaña. En A. C. Baeza, Sustancia y circunstancia: unidad docente Alberto Campo Baeza: memoria del curso 2002-2003: Proyectos arquitectónicos 4, 5, Plan 96. Madrid, España: Mairera libros.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Fernandes, B. R., Pereira, A. T. C., Ishida, A. (2006). Os três momentos do uso da tecnologia computacional gráfica em arquitetura. Óculum Ensaios, 5, 36-49. Recuperado de <http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/oculum/article/view/387>
- Ghizzi, E. B. (2006). Arquitetura em diagramas: Uma análise da presença do raciocínio dedutivo-diagramático no processo projetivo em arquitetura. Revista Cognitio-Estudos, 3(2), 109-124. Recuperado de <http://revistas.pucsp.br/index.php/cognitio/article/view/5703>
- Harris, C. M. (2006). Dictionary of Architecture and construction (4ta ed.). United States: McGraw-Hill.
- Peirce, C. S. (2005). Semiótica (3ra ed.). São Paulo, SP: Editora Perspectiva.
- Piñon, H. (2009). Representación gráfica del edificio y construcción visual de la arquitectura. Arquitectos, 104.02. Recuperado de: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/09.104/81/>
- Sykes, K. A. (2013). O campo ampliado da arquitetura. Antologia teórica 1993-2009. São Paulo, SP: Cosac Naify.