

Arquitectura como sistema complejo

Javier Adolfo **López Terrazas**

Universidad Mayor de San Simón • Cochabamba • Bolivia
jadlope@gmail.com

Resumen

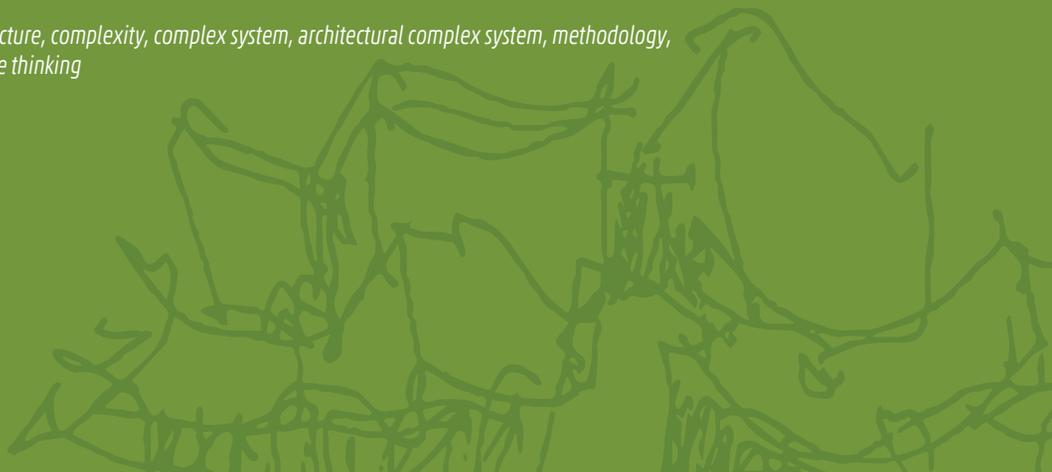
Este artículo es una contribución a la propuesta de Innovación Curricular a nivel de Rediseño de la Carrera de Arquitectura (2019) en la Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat (UMSS). El sustento epistemológico asumido en el documento propone como objeto de estudio de la carrera, el espacio arquitectónico como sistema complejo (manera de pensar); sin embargo, en el desarrollo no establece un modelo de sistema complejo arquitectónico y, menos aún, una metodología compleja de diseño arquitectónico (manera de hacer), entendiéndose que el diseño es el pilar fundamental en la formación del arquitecto. Por lo tanto, el trabajo discurre sobre los conceptos de complejidad, pensamiento complejo y sistema complejo, para plantear un modelo de arquitectura como sistema complejo. Finalmente, el escrito propone cuatro elementos conductores para la construcción de una metodología de diseño a partir del modelo formulado.

Palabras clave: *Arquitectura, complejidad, sistema complejo, sistema complejo arquitectónico, metodología, pensamiento crítico y creativo*

Abstract

This article is a contribution for the Curricular Innovation proposal at a Redesign level at the Architecture's Career (2019) in the Faculty of Architecture and Habitat Sciences (UMSS). The epistemological support assumed in this document proposes as an object of study the complex architectural system (way of thinking); however, in the development it does not establish a model of a complex architectural system and, even less, a complex methodology of architectural design (way of doing). Understanding that design is the fundamental pillar in the formation of the architect, therefore, this work takes the concepts of complexity, complex thinking and complex system, to propose a model of architecture as a complex system. Finally, the paper proposes four driving elements for the construction of a design methodology based on the formulated model.

Keywords: *Architecture, complexity, complex system, architectural complex system, methodology, critical and creative thinking*



Introducción

En el año 2016, la Carrera de Arquitectura en la Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat (FAyCH) de la Universidad Mayor de San Simón (Cochabamba, Bolivia), inició un proceso denominado "Renovación Curricular" que tuvo como resultado un informe final de consultoría presentado en diciembre del 2017. Este proceso fue complementado con nuevas actividades orientadas a ajustar y complementar la información obtenida y, además, tomando como referencia los objetivos de gestión de las nuevas autoridades (gestión 2017-2020). Por último, el proyecto de Innovación Curricular a nivel de Rediseño fue aprobado como certifica el Informe Técnico DPA 02/2019 del 23 de diciembre de 2019, ratificado por el Acuerdo del Comité Académico 02/2020 y refrendado en sesión del Honorable Consejo Universitario de fecha 23/01/2020.

La propuesta está basada en el Modelo Académico del Sistema de la Universidad Boliviana 2015-2019, en el Modelo Educativo 2014 de la Universidad Mayor de San Simón y en las directrices generales emitidas por la Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat. De igual manera, siguió las orientaciones del Reglamento de Innovación Curricular del Sistema de la Universidad Boliviana (CEUB, 2014), en su Artículo 1° define lo siguiente: La innovación curricular es un proceso de transformación del Currículo, que comprende los niveles de Rediseño, Ajuste o Complementación curricular, modifica de fondo y/o de forma el currículo de un Programa o Carrera Académica vigente, con la premisa de mejorar sustantivamente las condiciones presentes del mismo, para el cumplimiento más eficiente de los objetivos y optimizando la pertinencia de su perfil profesional (p. 483).

Asimismo, la propuesta curricular, actualmente vigente, en el acápite de las bases epistemológicas de la enseñanza-aprendizaje de la arquitectura, establece que: No es posible reflexionar sobre una epistemología de la enseñanza-aprendizaje de la arquitectura, sino se define previamente el carácter multidimensional de la práctica de la disciplina y del proyecto arquitectónico. Por lo que, el documento indica que es necesario fijar: Primero, cómo se posiciona el arquitecto en su propio contexto, cómo define sus roles, cuál es su formación, su inserción social y cuál es su manera de entender su práctica social. Y, segundo, volcar la mirada al proyecto y establecer, en relación al destinatario, las características sociales, económicas, culturales y tecnológicas, a atender, así como el respectivo marco político-institucional. Entonces, el arquitecto, toma decisiones proyectuales para producir espacios físicos habitables desde un horizonte, una episteme (FAyCH, 2020, p. 97).

De este modo, la propuesta, acertadamente, menciona que el campo del ejercicio del diseño debe estar centrado en la construcción del hábitat humano y debe orientarse a la práctica del proceso de diseño, no solo como una "manera de hacer", sino también y fundamentalmente, como una "manera de pensar". Además y con respecto al fundamento en la propuesta de Innovación Curricular, las bases epistemológicas de la enseñanza-aprendizaje de la arquitectura sustentada en varios autores, indica que: a) Es necesario construir una postura epistemológica en el estudiante; b) Existe diferencia entre epistemología científica (genera conocimiento y explica los fenómenos sociales y naturales) y epistemología arquitectónica (genera conocimiento e interviene en la realidad a través de la arquitectura) y; c) La enseñanza-aprendizaje debe basarse en la didáctica del proceso de diseño arquitectónico y asumir una visión compleja. Y, con relación al espacio arquitectónico, el documento, específica que éste es el resultado y condición de las relaciones entre elementos físicos (ya sean de orden natural o construido) y prácticas sociales (individuales o colectivas); estas relaciones estarían mediadas por las variables de forma, función, tecnología y significado -aunque este último, se concibe que es transversal a los tres anteriores-.

Finalmente, el documento afirma de manera concreta que el objeto de estudio de la Carrera de Arquitectura es el espacio arquitectónico-urbano como un sistema complejo que articula y relaciona: la

naturaleza (como condición y soporte no solo de los seres humanos, sino de la vida en general), el medio transformado (como soporte material tecno-constructivo de toda existencia social), los procesos sociales (y prácticas sobre determinados recortes territoriales) y los imaginarios (percepciones humanas).

En síntesis, la perspectiva epistemológica, contiene implícitamente dos connotaciones para sustentar la Innovación Curricular: La primera, la consideración de la arquitectura como sistema complejo (manera de pensar) y, segundo, relacionado con el anterior, la concepción del espacio arquitectónico a partir de una metodología compleja de diseño arquitectónico (manera de hacer), relacionando los componentes: la naturaleza, el medio transformado, los procesos sociales y los imaginarios. Sin embargo, el contenido de la propuesta no desarrolla estas dos líneas epistemológicas claves para transformación curricular, por lo que, es una tarea pendiente en la construcción de un nuevo orden académico de enseñanza-aprendizaje en la carrera.

Complejidad en el hábitat construido

La historiografía y crítica de la arquitectura contemporánea, expresa, cada vez con mayor frecuencia, la incidencia de "complejidad" en las actividades humanas, en la ciudad (urbanismo) y en la arquitectura.

Complejidad en las actividades humanas

Las dos primeras décadas del siglo XXI están signadas por el cambio y la creciente diversidad en las actividades humanas, ilustra una complejización de funciones y relaciones en todas las esferas de la vida humana: la sociedad, la economía, las instituciones, la ciencia, la educación, los individuos, entre otros, se enfrentan cada vez más a problemas de complejidad creciente en escenarios de alta incertidumbre, conflicto y mayor dinamismo. Por un lado, Fritjof Capra (1998) y Humberto Maturana (2003) sostienen que estamos en un punto crucial que se ha pasado de un paradigma de relojería, donde todo estaba mecánicamente predeterminado, fijo y lineal, a uno mucho más abierto y flexible, holístico y ecológico, que exige una transformación fundamental del pensamiento, percepciones y valores. Y, por otro lado, Joost Kuitenbrouwer (1992), señala que los descubrimientos en la ciencia contemporánea, el surgimiento de nuevos paradigmas epistemológicos (filosóficos) y el avance desmedido de tecnologías y comunicaciones, etc., han revolucionado los viejos enfoques de la ciencia y el arte, estableciendo que ya no se puede pensar en la objetividad de los fenómenos, hechos y objetos, sino, exige nuevas estrategias de pensamiento, de conocimiento y de acción (interacción, retroacción, etc.). Es decir, la ciencia clásica, incluido la arquitectura, que se caracterizó por privilegiar el determinismo, la linealidad, el reduccionismo, la predicción, la causalidad y la conservación mecanicista, dogmática y esquemática; ha puesto su mirada a nuevos paradigmas, a procesos complejos sistémicos, dinámicos, no lineales y relacionales. La complejidad solo puede ser abordada a través de la sistémica y la transdisciplina donde convergen los conocimientos de diversos dominios disciplinarios, integrando sus respectivas metodologías.

En el campo académico y científico, las ciencias sociales y humanas atraviesan por un momento caracterizado por fuertes debates que reclaman nuevas y mejores estrategias de producción de conocimiento, indudablemente, esto implica la búsqueda de otros enfoques de pensamiento social como la complejidad y la transdisciplinariedad (Terán, 2014, p. 36-37).

En consecuencia, el reciente interés en el estudio de los sistemas complejos ha desarrollado conceptos y técnicas de modelamiento de "sistemas complejos naturales o vivos" (Fritjof Capra) y "sistemas complejos sociales" (Niklas Luhmann), que han permitido analizar fenómenos cuya naturaleza resultaba inabordable desde las perspectivas clásicas. Asimismo, dentro de la complejidad sistémica, también es considerado el concepto de redes complejas (pensar en red), que implica la posibilidad de tener en cuenta

un alto grado de relación, interconexión y configuración de los fenómenos, eventos y procesos, y establecer ámbitos de conocimiento sustentados en las diversas formas del conocimiento y la experiencia humana en sus múltiples articulaciones.

En suma, la referida complejidad en general y el pensamiento complejo ligado a la sistémica en particular, es un corpus teórico, aún hoy en pleno desarrollo, especialmente en lo que refiere a los sistemas complejos, que engloba un conjunto de teorías interrelacionadas: la teoría del caos, de las catástrofes, de los fractales, de las redes complejas y varias otras relacionadas al fenómeno de la autoorganización. De estas teorías, emergen y consolidan algunos conceptos clave en su caracterización, como ser: incertidumbre, caos, azar, indeterminismo, no-linealidad, autopoiesis, emergencia, autosemejanza, recursividad, etc. Por lo tanto, la complejidad en las actividades humanas implica un escenario con un alto grado de interdependencia entre los procesos y las relaciones de las dimensiones físicas, biológicas, psicológicas, sociales, culturales, económicas e institucionales (transdimensional) en múltiples escalas (transescalar). La realidad actual debe ser tratada a partir de estas características, o sea, buscando una integración de los conocimientos que permita la comprensión y la explicación conjunta de los fenómenos emergentes y críticos del hábitat construido.

Complejidad en las ciudades

La ciudad es la síntesis del proceso de construcción social sobre un territorio, espacio y tiempo determinado. En una relación dialéctica, la ciudad es objeto y sujeto, es parte y todo "donde el todo no es la suma de las partes", es interno y externo, es tiempo e historia de su complejidad. Para las arquitectas cubanas Eliana Cárdenas y Ángela Rojas (1992), "la ciudad es un fenómeno social resultado de múltiples contingencias: económicas, políticas, culturales, en las cuales las distintas generaciones se superponen y decantan históricamente" (p. 12). Las formas y espacios que la conforman son el resultado de las ideas y aspiraciones de cada sociedad. Todos los fenómenos surgen y se desarrollan en su interior donde el ser humano es el principal factor desencadenante.

En este sentido, la ciudad es un sistema complejo resultante de las contingencias políticas, económicas y culturales de cada agrupación social en un determinado espacio y que, por lo tanto, la configuración de sus espacios y formas físicas no puede ser un proceso exclusivamente técnico, político o económico de manera unidimensional y escalar, sino es, ante todo, transdimensional y transescalar. Además, es sistema complejo por sus equilibrios dinámicos, comportamientos aperiódicos y fenómenos de emergencia y autoorganización. Por lo que, su abordaje necesariamente debe ser sistémico y transdisciplinario para aproximarse a los problemas y formular estrategias de solución y desarrollo urbano.

Asimismo, los cambios suscitados en el ámbito filosófico y epistemológico están relacionados biunívocamente con la realidad de las actividades humanas como base de estudio del hábitat construido. Existe, innegablemente, una evolución paralela de la realidad urbana y las teorías o pensamiento al respecto. La realidad urbana, la práctica urbanística y las teorías del urbanismo, están interrelacionadas intrínsecamente, puesto que, las teorías no se desarrollan a partir de sí mismas, por evolución intelectual de la disciplina, sino en función del mundo real que interpretan y sobre el que actúan. El mundo real, a su vez, está en continua transformación, lo que incide en las ideas, volviéndolas regularmente obsoletas y obligando a reformular las teorías (Sánchez de Madariaga, 1999, p. 67).

Finalmente, desde el punto de vista de Carlos de Mattos (2004), el actual escenario de la ciudad es "emergente, extraordinariamente complejo y contradictorio, donde se ha afirmado, de manera inexorable, una dinámica económica en la que no parece haber lugar para las antiguas concepciones sobre planificación racional. [...] Cada intervención sobre estructuras sociales complejas tiene imprevisibles consecuencias" (p.

21). Para comprender una realidad compleja y multidimensional, como es la ciudad, parece útil adoptar alternativamente distintos puntos de vista, cada uno de los cuales proporcionaría una visión coherente, aunque incompleta, del objeto. Pero no puede limitarse el entendimiento de cada una de esas proyecciones parciales: para alcanzar una comprensión más profunda hace falta analizar el objeto desde varios puntos de vista que aportan información sobre él, y, después, tratar de establecer la coherencia entre ellos (Sánchez de Madariaga, 2008, p. 17).

Complejidad en la Arquitectura

En la última década del siglo XX e inicios del XXI y, al igual que en el urbanismo, se ha percibido en la arquitectura, un claro fenómeno de aproximación de esta disciplina a la ciencia de vanguardia, más específicamente, con la llamada complejidad y transdisciplina. Varios de los conceptos que caracterizan esta nueva visión pasaron a ser frecuentes en el discurso y en las formas de varios arquitectos a nivel internacional. La presencia de la complejidad se hace evidente con la apropiación de conceptos provenientes de la filosofía y la ciencia, situación que despertó la atención en dos cuestiones: Por una parte, la potencialidad y pertinencia en la aplicación de conceptos provenientes de la filosofía como interpretación diferente de la sociedad, la cultura y la historia y; por otra parte, la potencialidad y conveniencia de la aplicación de conceptos provenientes de la ciencia transdisciplinaria. Entonces, la producción arquitectónica de vanguardia intenta expresar un evidente énfasis en la representación formalista de los conceptos advenidos de la filosofía y la ciencia, con la intención de generar obras mediáticas singulares, valiéndose del potencial comunicativo y simbólico de la arquitectura.

Sin embargo y adelantado en el tiempo, en el año 1966, el arquitecto estadounidense Robert Venturi en su libro *Complejidad y Contradicción en la Arquitectura* (1980), ya definió dos ejes fundamentales para comprender la arquitectura contemporánea: la complejidad y las contradicciones, cada uno de ellas responde a una situación específica. Venturi planteó una arquitectura híbrida, confusa, irregular y equivocada, "esa es la verdad en su totalidad". Según el autor, el equilibrio debe crearse en lo opuesto justificado por el deseo de lo expuesto. Toda la arquitectura demuestra como la "contradicción" es la respuesta ante los problemas [de la arquitectura] y la "ambigüedad" como fuente de la complejidad y la contradicción. Para explicar su propuesta, Venturi propone tres nociones: a) El concepto "menos es más" toma en cuenta que el lado sencillo de las situaciones proviene de un complejo análisis de los problemas; b) El concepto de "lo uno y lo otro" (el origen de la contradicción), esto define la integración de elementos diferentes, algo con una misma identidad con doble significado, además, identifica como los objetos "puros" entre si forman la pureza de lo "complejo" y; c) El concepto de la "doble función", que caracteriza la unión de elementos contradictorios, crean un objeto con diferentes propósitos. En último lugar, para Venturi, existen dos tipos de contradicción en arquitectura, la contradicción adaptada y la contradicción yuxtapuesta, la primera se integra y concede sus elementos, mientras la segunda es impositiva, violenta y sin concesión mutua (p. 27-108).

En el año 1995, el arquitecto español Ignasi de Solà-Morales en su libro *Diferencias: Topografía de la arquitectura contemporánea* (2003), propone sobre el cómo debería plantearse la Crítica y la Teoría en la arquitectura: como algo no lineal, por la vía de lecturas cruzadas, fragmentarias, topográficas. Se trata, en definitiva, de retratar la arquitectura de la manera como se ha presentado en las últimas décadas, sin un beta-bloqueador que intente contener las diferentes posturas y realidades dentro de unos parámetros predefinidos. El gran desafío de esta postura no está en un lugar-espacio/tiempo delimitado que se había buscado en todo momento, y si en retratar ese lugar-espacio/tiempo no delimitado, pero sobre todo retratarlo dentro de su propia condición de desbordamiento, o sea, en sus extralímites (de Solà-Morales citado en Passaro, 2004, p. 9).

Entre los teóricos de la arquitectura, Ignasi de Solà-Morales constituye un caso insólito, cursó simultáneamente las carreras de Arquitectura y Filosofía, y a lo largo de su vida ejerció ambas disciplinas, convencido de que ambas eran complementarias y no la una suplementaria de la otra. Según Solà-Morales, la arquitectura evoluciona a remolque de las ideas, a las que da forma y, al hacerlo, las plasma y las modifica. Igualmente, nunca aceptó la simplicidad de los planteamientos al uso y consideró que, en lugar de defenestrar la Historia de la Arquitectura en aras de una renovación absoluta, el estudio de la historia y, principalmente, la historiografía arquitectónica podía ofrecer valiosas ocasiones de reflexión e incluso de guía; una postura cargada de sensatez, pero heterodoxa en aquella etapa del “pensamiento crítico y creativo”.

Aclaración de conceptos: Complejidad, pensamiento complejo y sistemas complejos

Entonces, a partir del contexto establecido y la incorporación de la noción de complejidad en el quehacer del hábitat en general y de la arquitectura en particular, es necesario previamente definir los conceptos de complejidad, pensamiento complejo y sistemas complejos.

Complejidad

Desde el punto de vista etimológico la palabra complejidad es de origen latino, proviene de *complectere*, cuya raíz *plectere* significa trenzar o enlazar. El agregado del prefijo *com* añade el sentido de la dualidad de dos elementos opuestos que se entrelazan íntimamente, pero, sin anular su individualidad. De acuerdo a la arquitecta argentina Inés Moisset (2003), el planteamiento de la complejidad consiste, “en efectuar un ir y devenir incesante entre certidumbre e incertidumbre, entre lo elemental y lo general, entre lo separable y lo inseparable. No se trata de abandonar los principios de orden y lógica, sino de integrarlos a un esquema más amplio y más completo”. Por lo tanto, “complejidad significa multidimensionalidad, es decir, respeta las diversas dimensiones de la realidad. Así, la complejidad se constituye implícitamente en un atributo esencial de lo real” (p. 41), caracterizada y conformada por fenómenos cuantitativos (objeto) y cualitativos (sujeto), con una cantidad elevada de interacciones e interferencias entre un número alto de unidades.

Uno de los grandes ideólogos de la complejidad, sin duda alguna, es el filósofo francés Edgar Morín (2009), para él, “la complejidad aspira al conocimiento multidimensional, pero sabe, desde el comienzo, que el conocimiento completo es imposible: uno de sus axiomas es la imposibilidad, incluso teórica, de una omnisciencia. Implica el reconocimiento de un principio de incompletud y de incertidumbre” (p. 23), y, además, alerta sobre las ilusiones de creer que la complejidad conduce a la eliminación de la simplicidad y el positivismo.

Hay muchos tipos de complejidad. Están las ligadas al desorden y otras ligadas sobre todo a contradicciones lógicas. Lo que es complejo recupera, por una parte, al mundo empírico, la incertidumbre, la incapacidad de alcanzar la certeza, de formular leyes, de concebir un orden absoluto. Por otra parte, recupera algo relacionado con la lógica, o sea, con la capacidad de evitar contradicciones. En la visión clásica, cuando un razonamiento presentaba una contradicción, era señal de error y había que reemprender el razonamiento. En la visión compleja, cuando se llega por vías empírico-rationales a una contradicción, no significa un error, sino que se ha llegado a una capa profunda de la realidad que no puede ser traducida en términos de nuestra lógica (Morín citado en Solís, 2001, p. 11).

Pensamiento complejo

El pensamiento complejo denominado también paradigma de la complejidad, constituye el marco epistemológico, teórico-metodológico y conceptual que sirve para el estudio de los fenómenos naturales y

sociales. El sustento referencial utilizado en este pensamiento, ha salido de la sistémica y el constructivismo. Por lo demás, la actitud epistemológica de este paradigma, se basa en la voluntad de producir conocimientos específicos para las ciencias humanas y sociales, mediante una atención especial para con los actores y las significaciones. Inés Moisset (2003), señala que: “el paradigma de la complejidad vincula principios o nociones antagónicas que debían repelerse, pero que son indisociables e indispensables para comprender una misma realidad, para concebir los procesos organizadores y creadores” (p. 40).

El pensamiento complejo es, esencialmente, el pensamiento que es capaz de reunir, contextualizar, globalizar, pero, reconociendo lo singular, lo absoluto y lo concreto de cada uno de sus componentes. Es la respuesta del espíritu frente a la fragmentación y dispersión de los conocimientos que no pueden hacer frente a la emergencia de los fenómenos complejos en la realidad. Finalmente, uno de los aspectos centrales del pensamiento de la complejidad son los siete principios propuestos por Edgar Morín (2009): Sistémico, dialógico, retroactivo, bucle recursivo, holográfico, autonomía/dependencia y reintroducción.

Sistemas complejos

Con respecto a la teoría de los sistemas, el pensamiento del biólogo austriaco Ludwig von Bertalanffy, plasmado en su clásica obra *Teoría General de los Sistemas* publicada el año 1968, constituye el eje de referencia de los actuales puntos de vista sistémicos. Su estrategia fue buscar semejanzas en el modo de cómo las partes y el todo funciona en forma integrada. Este concepto invadió todos los campos de la ciencia y penetró en el pensamiento y en el lenguaje popular y, además, en los medios de comunicación de masa.

Para que un aspecto de la realidad pueda ser definido como sistema, es necesario establecer su función total o resultante, los elementos o dimensiones que la componen y, lo más importante, las interrelaciones que se establecen entre ellas, además, de establecer las descripciones del mismo en tres niveles: Primero, desde el punto de vista de sus propiedades exteriores y totales; segundo, desde el punto de vista de su estructura interna y del aporte de sus componentes a la formación de propiedades del sistema como totalidad y; tercero, desde el punto de vista jerárquico, al considerar el sistema estudiado como subsistema de otro más amplio o mayor nivel jerárquico. Igualmente, una premisa fundamental de la teoría general de los sistemas, es la existencia de un orden jerárquico entre los sistemas: desde el más simple hasta lo más complejo. En la teoría de los sistemas la descripción de un sistema puede ser interna o externa, la descripción externa y física de los sistemas remite al concepto de “estructura” y, la característica interna implica a la “organización”. Entonces y en el primer caso, específicamente, las propiedades formales de los sistemas son: el crecimiento, la competencia, la totalidad, la sumatividad, la segregación, la mecanización, la centralización y el orden jerárquico.

El sociólogo alemán Niklas Luhmann, reformuló radicalmente la teoría general de los sistemas, en ese sentido inquirió romper con la tradición precedente al sustituir las ideas clásicas de causalidad sistémica y descartando la supuesta existencia de constantes estructurales. La perspectiva de Luhmann resulta una opción que, junto con recoger los avances epistemológicos más relevantes de los últimos años, incluido la noción de autopoiesis de los biólogos chilenos Francisco Maturana y Francisco Varela, ofrece un acercamiento que enfatiza lo contingente y, por tanto, pretende superar las definiciones apriorísticas de elementos, relaciones y fronteras de los sistemas. Este cambio de perspectiva se relaciona con uno de los principales problemas de la teoría general de los sistemas, cual era asumir que la realidad sistémica constituye un estado provocado por efectos funcionales, contradiciendo una característica central de los sistemas sociales, que es su no dependencia incondicional de efectos específicos. Entonces, el punto central para aproximarse al enfoque propuesto por Luhmann, es la noción de complejidad ubicada en un marco

teórico básico dado por la teoría de los sistemas; de este modo, según Marcelo Arnold (1989), "Luhmann propone un cambio al pasar de la distinción de todo y partes a la de sistema y entorno" (p. 66).

Mario Bunge (1995) en *Sistemas sociales y filosofía*, indica que la teoría de los sistemas fue el sustento del enfoque sistémico complejo en las ciencias; siendo así una manera de concebir las cosas, de abordar y formular problemas. Para él, este nuevo enfoque se caracteriza por concebir todo objeto como una totalidad compleja o un componente del mismo. La idea de que todo objeto es un sistema, o parte de tal, caracteriza al enfoque sistémico. Esta es la alternativa tanto al individualismo (o atomismo) como al holismo (u organicismo). El primero ve los árboles, pero no el bosque, mientras que el segundo ve el bosque, pero no los árboles. En cambio, el enfoque sistémico facilita la percepción de los árboles (y sus componentes y entornos) así como de los bosques (así como la de sus componentes y entornos). Lo que vale para árboles y bosques también vale para todo lo demás, en particular para las personas y los sistemas sociales de que ellas forman parte (p. 8).

De acuerdo al epistemólogo argentino Rolando García (2006), sistema complejo es un conjunto de elementos heterogéneos que funcionan como una totalidad estructurada y con un cierto grado de organización.

Sistema es todo conjunto organizado (físico, biológico, social) que tiene propiedades, como totalidad, que no son propiedades de sus elementos tomados aisladamente, la organización del sistema que determina su estructura no es otra cosa que el conjunto de las relaciones entre sus elementos (moléculas, órganos, comunidades, individuos), incluyendo las relaciones entre esas relaciones.

Un sistema complejo es un sistema en el cual los procesos que determinan su funcionamiento, son el resultado de la confluencia de múltiples factores que interactúan de tal manera que el sistema no es descomponible sino sólo semi-descomponible. Por lo tanto, ningún sistema complejo puede ser descrito por la simple adición de estudios independientes sobre cada uno de sus componentes (p. 117, 182).

Debido a que los sistemas complejos se estructuran, organizan y autoorganizan (autopoieticos), son dinámicos y evolucionan, es decir, cambian con el tiempo; entonces, es clave su abordaje desde lo "histórico" para explicar su estado en el momento del análisis. Los sistemas complejos presentan un comportamiento que puede ser en muchos casos, precisamente el opuesto al que sería intuitivo esperar. La intuición que preside el análisis de los sistemas se ha elaborado a partir del análisis de sistemas simples, por lo que, las conclusiones que se extraen de la aplicación de la intuición a los sistemas complejos pueden llegar a resultados exactamente opuestos a los que aparecen en la realidad.

Joseph O'Connor e Ian McDermott (1998), hacen especial referencia al concepto de propiedad emergente, si un sistema funciona como un todo, entonces tiene propiedades distintas a las de las partes que lo componen y que emergen de él cuando está en acción. Estas propiedades no se encuentran si el sistema se divide en sus componentes y se analiza cada uno de ellos por separado. Son consideradas características impredecibles y sorprendentes, al igual que únicas y propias de cada sistema. Una de las ventajas de las propiedades emergentes es que no hace falta comprender el sistema para beneficiarse de ellas. "De esta manera, el caos deja de considerarse aleatorio una vez que se encuentra una 'línea costera', una propiedad emergente que permita identificar patrones (los patrones que se repiten en todos los niveles de la estructura se denominan fractales)" (p. 114).

En último lugar y a manera de síntesis, según el contenido del libro *Sistemas Complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria* de Rolando García (2006), los sistemas complejos pueden caracterizarse de la siguiente manera:

1. Sustituye la idea de "todo y partes" por el de "sistema y entorno". No es posible entender los elementos fuera de la totalidad. La totalidad tiene propiedades diferentes a las propiedades de las partes (el todo no es la suma de las partes).
2. Son sistemas multidimensionales: Aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos, políticos, culturales, etc.
3. Existen múltiples formas de abordarlos (transcomplejidad), concurren varios niveles de comprensión y explicación de los fenómenos.
4. Los límites del sistema son difusos (carecen de límites precisos).
5. Son sistemas abiertos y altamente dinámicos.
6. La delimitación de los objetos de estudio se procura por las interacciones internas del sistema con el entorno externo (relación dentro/afuera).
7. Las condiciones de contorno o de límites determinan las interacciones internas y externas (flujos).
8. No se puede estudiar la totalidad de las relaciones (condiciones de contorno), por lo que, es importante definir criterios de selección (variables y relaciones inteligentes).
9. Los flujos están relacionados con el cambio y velocidad.
10. Los elementos de un sistema complejo son interdependientes.
11. La estructura sistémica está condicionada por sus componentes.
12. La organización sistémica está condicionada por las relaciones entre los componentes.
13. Las propiedades de las estructuras complejas surgen de las relaciones de los componentes (mayor complejidad = mayor número de relaciones) y no por los componentes mismos.
14. La estructura sistémica está en proceso continuo de desestructuración y reestructuración a causa de las perturbaciones del entorno y las dinámicas del sistema.
15. La reestructuración/desestructuración son procesos de autoorganización ante perturbaciones endógenas y exógenas (adoptan nueva estructura).
16. La función es a la estructura y los procesos es a los estados de organización.
17. El umbral de estabilidad está condicionado por el equilibrio entre los efectos/intensidad de input/output entre el sistema y su entorno.
18. Los estados estacionarios están relacionados con el equilibrio del sistema/entorno (alteraciones mínimas).
19. Desde la física cuántica se introduce el concepto de "suma de historias", un sistema no tiene en el espacio-tiempo una sola historia.
20. Los fenómenos sistémicos tienden a "discontinuidades bruscas" (mutaciones) y "rupturas de trayectorias" (teoría de las catástrofes).
21. Los fenómenos sistémicos muestran ciertos esquemas recurrentes de comportamiento con tendencia hacia el caos y aleatoriedad (incertidumbre).
22. Los fenómenos sistémicos son transescalares (macro, meso y micro) con interacciones directas e indirectas.

Propuesta de un modelo de arquitectura como sistema complejo

A partir de la descripción de la complejidad en el hábitat construido y las nociones conceptuales de pensamiento complejo y sistemas complejos, articulados a elementos de historiografía y teoría de la arquitectura del siglo XX (autores), se plantea el siguiente modelo de concebir la arquitectura como sistema complejo.

En general, referente a los subsistemas del espacio:

- a) Henri Lefebvre (2013), sobre la "triléctica espacial" (espacio concebido, físico; espacio percibido, uso y actividades y; espacio vivido, afectivo).
- b) Martin Heidegger (1994), sobre la tetraléctica espacial o "cuaternidad" a partir de la fenomenología existencial (el hábitat como encuentro de: la tierra, el cielo, las divinidades y los mortales).

Y, en específico, referente a los ejes de configuración:

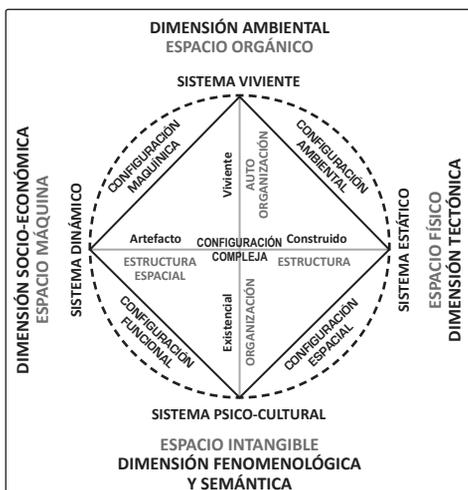
- a) Marco Vitrubio Polión (siglo I antes de Cristo) y León Battista Alberti (Renacimiento), con predominio en la concepción de la arquitectura como manifestación estética y formal a partir de tres principios básicos: Necesidad, comodidad y belleza.
- b) Le Corbusier (1998), en uno de sus cinco postulados estableció el entendimiento de la casa como una máquina de habitar, planteó una estética racional.
- c) Frank Lloyd Wright (1978) y Christopher Alexander (1979 y 1980), asimilaron a la arquitectura como una expresión orgánica, viviente y patrones vivos (visión ecosistémica).
- d) Robert Venturi (1980), a través de la contradicción reivindica la dimensión comunicativa y semántica de la arquitectura.
- e) Peter Eisenman (1997), utilizando la abstracción filosófica propone una arquitectura maquina (mecánico y orgánico).

- f) Patrik Schumacher (2011), propone la división de la función comunicativa de la arquitectura en dos categorías: la función fenomenológica (autopoiésis arquitectónica), que alude a la percepción de la obra arquitectónica y a las sensaciones que genera sobre el usuario a un nivel pre-reflexivo, y la función semiológica, que hace referencia a la interpretación de dicha obra desde un punto de vista intelectual o racional.

La concepción del espacio arquitectónico como sistema complejo puede ser inferido a cuatro subsistemas de espacio, pero y, sin embargo, no son los componentes que otorgan la complejidad, sino y en concreto, son las interrelaciones entre ellos (configuraciones) hacia una configuración compleja, tanto entre dos como en tres y cuatro, llegando en el último a la máxima complejidad sistémica. Asimismo, el abordaje de este modelo en los subsistemas puede ser de tipo lineal, no lineal y paralelo (ver Figura 01).

Figura 01

Modelo de Sistema Complejo Arquitectónico



Fuente: Elaboración propia

La descripción de los subsistemas infiere los siguientes criterios:

1. Subsistema estático (espacio físico) de dimensión tectónica = Arquitectura, espacio urbano, infraestructura (construido); está relacionado con el concepto de "estructura". La función refiere a la capacidad de la arquitectura para influir a partir de sus características materiales.
2. Subsistema dinámico (espacio máquina) de dimensión socio-económica = Actividades y funciones (artefacto); está relacionado con el concepto de "estructura espacial". La función hace referencia a la capacidad de la arquitectura para influir sobre el comportamiento y el movimiento de las personas, posibilitando o fomentando el desarrollo de determinadas actividades, flujos y fenómenos sociales.
3. Subsistema viviente (espacio orgánico) de dimensión ambiental-natural = Entorno e interno ambiental (biológico); está relacionado con el concepto de "autoorganización espacial" (autopoiesis). La relación espacio-función genera patrones vivos. La función refiere a la capacidad de la arquitectura para influir a partir de las características natural-ambientales por la simbiosis del entorno e interno de la arquitectura.
4. Subsistema psico-cultural (espacio intangible) de dimensión fenomenológica y semántica = Cultura, político-ideológico, imaginario, etc.; está relacionado con el concepto de "espacio existencial" (organización espacial). La función hace referencia a las sensaciones o experiencias que provoca la arquitectura al ser percibida/recorrida/habitada/apropiada por los usuarios u observadores, además, a la capacidad para comunicar mensajes y significados (arquitectura entendida como lenguaje).

La integración e interacción de los cuatro subsistemas conforman diferentes niveles de configuración compleja: Configuración espacial (interacción entre espacio físico y espacio intangible), configuración ambiental (interacción entre espacio físico y espacio orgánico), configuración maquina (interacción entre espacio orgánico y espacio máquina) y, configuración funcional (interacción entre espacio máquina y espacio intangible).

Finalmente, la lectura de este modelo es diversa y está fuertemente relacionada a la adopción de una posición epistemológica y, a partir de ello, asumir elementos conductores que operativicen el modelo sistémico hacia una metodología compleja de diseño arquitectónico.

Elementos conductores para una metodología compleja de diseño arquitectónico

A partir del modelo de arquitectura como sistema complejo, este trabajo propone asumir cuatro elementos para operativizar el modelo como aporte a la construcción de una epistemología arquitectónica en los estudiantes de la carrera de Arquitectura (manera de pensar y manera de hacer) y, consecuentemente, para promover el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico-reflexivo y pensamiento creativo, ambos propuestos por Ignasi Solà-Morales (2003). Entonces, los elementos esenciales, son: Principios de filosofía contemporánea, principios del pensamiento complejo, principios de la transdisciplina y principios del pensamiento creativo de Leonardo da Vinci (ver Figura 02).

a) Filosofía contemporánea. A través de la filosofía como soporte de la ciencia y el arte posmoderno (teoría y empírea), se puede introducir al estudiante en un proceso de desarrollo del pensamiento crítico y creativo para comprender y, en algún caso explicar, la transcomplejidad del hábitat desde una perspectiva innovativa. Para este caso, los argumentos filosóficos propuestos por Gilles Deleuze y Félix Guattari, Peter Sloterdijk y Jean Baudrillard, son fundamentales para la construcción de conceptos arquitectónicos.

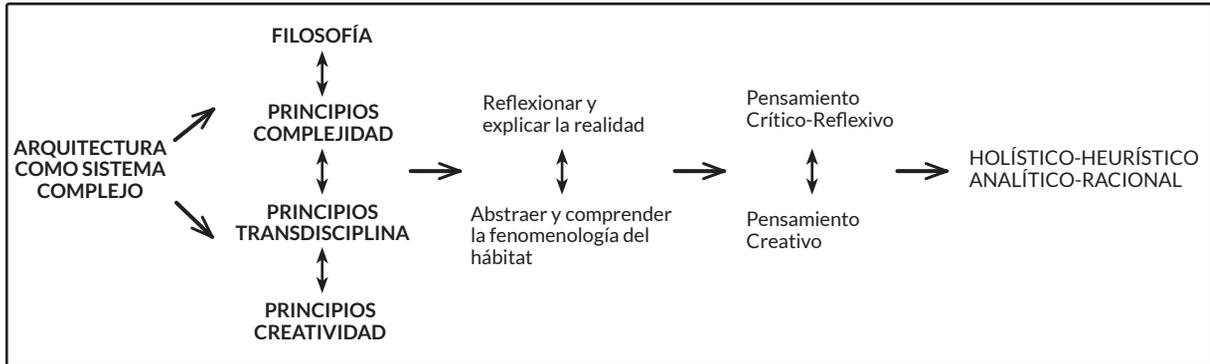


Figura 02

Propuesta teórica para el abordaje de una metodología compleja de diseño arquitectónico

Fuente: Elaboración propia

Por una parte, es necesario recuperar la idea original de la "arquitectónica" propuesta por Aristóteles en la *Política*, en el cual, el filósofo griego establece la relación intrínseca entre Arquitectura y Filosofía, o en el caso de Platón, entre Estética y Ética. En este sentido, a finales del siglo XX, el filósofo francés Jaques Derrida (1986), estableció que el problema de la arquitectura en las últimas décadas del siglo XX, es una evidente separación entre teoría y práctica, entre pensamiento y arquitectura. Derrida afirma textualmente: "En el momento en que se diferencia entre teoría y praxis, la arquitectura comenzó a percibirse solamente como una simple técnica apartada del pensamiento". Tuvo el acierto de recuperar el sentido griego del término "arquitectónica", proponiendo la necesidad de (re)incorporar el pensamiento a través de la filosofía como sustento del diseño y la creatividad.

Por otra parte, el reciente interés académico del libro *¿Qué es la filosofía?* (2001) de los filósofos franceses Gilles Deleuze y Félix Guattari, con relación a la arquitectura, radica en la identificación que hacen los autores sobre la filosofía como fabricación de conceptos. "La filosofía es el arte de formar, de inventar, de fabricar conceptos" (p. 11). Actualmente, en el campo de la arquitectura se vive una situación en que los arquitectos y pensadores de la disciplina (incluido los académicos), se han dado cuenta de la necesidad de inventar nuevas palabras, nuevos conceptos (objetos) que posibiliten interpretar las nuevas realidades, que ya no pueden ser descritas con las viejas palabras, que puedan ser usadas como nuevas herramientas, que den lugar a nuevos acontecimientos, nuevas relaciones entre las cosas y las personas. Es necesario interpretar las nuevas realidades complejas y pletóricas de incertidumbre con herramientas para la acción de un nuevo contexto; planteamiento de los nuevos problemas e invención de nuevas soluciones. La hipótesis que plantea el estudio de este texto en el contexto de la arquitectura es de la posibilidad y utilidad de plantear un paralelismo o analogía entre la definición de concepto y los mecanismos de su fabricación o creación con el proceso de diseño arquitectónico. Entonces, se hablaría de arquitectura y conceptos arquitectónicos, en lugar de filosofía y conceptos filosóficos (Arquitectura y Filosofía).

b) En segundo lugar, a través de los siete principios de la complejidad propuesto por Edgar Morín (2009), puede extrapolarse e inferirse múltiples criterios hacia una metodología compleja de diseño arquitectónico. La complejidad no anula o contradice la linealidad de la metodología tradicional, sino que, se complementa e integra, otorgando mayor valor a una metodología innovadora no lineal (integrando procesos lineales, circulares y paralelos). Asimismo y por ejemplo, el principio holográfico, aplica que en el proceso de diseño primero debe entenderse el todo para luego comprender las relaciones y dinámicas de las partes o etapas, esto permitiría tener

un mayor criterio reflexivo del proceso y del resultado proyectual esperado. El Proyecto resultante puede ser retroalimentado en cualquier momento en el proceso desde cualquier etapa o parte; además, el proyecto puede ser orientado desde una de las etapas y complementado por las otras.

c) En tercer lugar. Desde los principios de la transdisciplina con un posicionamiento interdisciplinar hacia una disciplina, en este caso, hacia la arquitectura. Los principios de esta perspectiva también propuestos por Edgar Morín, pueden abstraerse hacia el hábitat construido desde una perspectiva individual e integral (interacción entre dimensiones de la realidad). Parte de la literatura sobre la transdisciplina, coincide en reconocer la existencia de tres postulados básicos que orientan el enfoque, tales principios son: Existencia de varios niveles de realidad, lógica del tercero incluido y la complejidad, algunos autores incluyen una cuarta, la complementariedad. El tercer principio, fuertemente ligado al cuarto, está sustentado en la "lógica dialéctica". Según Santos Ruiz (1994), la concepción dialéctica, es la única que puede adaptarse a la visión dinámica e incertidumbre de la compleja realidad contemporánea. La arquitectura se construye y requiere de un tiempo para su conclusión. En algunos casos éste es relativamente corto, en otros llega a tardar siglos, y cuando está terminado, o en condiciones de ser utilizada, sufre transformaciones, modificaciones o adiciones, al igual que el marco contextual en el que está inscrita. Este dinamismo solo puede captarse a partir del análisis de las contradicciones históricas que se presentan en los edificios y privilegiando aquellas obras que, superando esas contradicciones, aportan una solución creativa dentro del proceso histórico de una cultura (ver lo citado de Robert Venturi); la creatividad viene a tener entonces, una explicación objetiva, sobre una base social y no es ya el producto de una inspiración genial.

d) En cuarto lugar. Los principios del pensamiento creativo de Leonardo Da Vinci relaciona implícitamente el "pensamiento complejo" con el "pensamiento creativo", ambos de condición sistémica, es decir, que su perspectiva de asumir la complejidad le permite el desarrollo de su creatividad. Estas habilidades de pensamiento vividas por Leonardo se sustentan en su método: investigación y descubrimiento, denominado "método científico de autonomía", que a través del "aprendizaje significativo" le permite múltiples vías de acceso al conocimiento mediante la observación de postulados de otras disciplinas (pensamiento transdisciplinario). Esta pedagogía de autonomía empírica en Leonardo da Vinci estaba condicionada a la observación de la naturaleza y la experimentación a partir de la misma, cuestionando o dudando todo lo anteriormente escrito en la búsqueda de nuevos conocimientos. El pensamiento creativo se desarrolla mejor en un entorno competitivo e incertidumbre, favorece las habilidades metacognitivas: autoconfianza, autoconocimiento, automotivación, entre otros, dentro de una experiencia de aprendizaje permanente. Finalmente, los procesos creativos de Leonardo comprenden las cuatro fases del aprendizaje experiencial, semejante a lo propuesto por David Kolb: Concreto, abstracto, activo y reflexivo. Atraviesa en su proceso creativo, un continuo traslado entre pensamiento concreto y pensamiento abstracto, entre pensamiento activo y pensamiento reflexivo.

A modo de conclusión

El reconocimiento actual de un estado de crisis en la formación académica y práctica profesional del arquitecto a consecuencia de una creciente complejidad en los problemas, requerimientos y necesidades del hábitat construido, remite a tomar una postura epistemológica emergente que permita el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento crítico-reflexivo y pensamiento creativo (metacognición) en los estudiantes. Concebir a la arquitectura como sistema complejo, implica: Primero, entrar en un proceso de construcción de una nueva manera de "pensar la arquitectura", complementaria a la visión lineal y reduccionista del modelo actual, hacia un modelo complejo y transdisciplinario. Y, segundo, a partir de este modelo, fundar las bases de una metodología compleja de diseño arquitectónico, hacia una manera diferente de "hacer arquitectura", con identidad y significado. Entonces, se habría dado el primer paso de un proceso para mejorar la formación de los arquitectos del siglo XXI.

Referencias



- Alexander, C. (1979) *El modo intemporal de construir*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S.A. (Edición original en inglés, 1977)
- Alexander, C. et al. (1980) *Un lenguaje de patrones: Ciudades, edificios, construcciones*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, SA (edición original en inglés, 1977)
- Arnold, M. (1989) *Teoría de sistemas, nuevos paradigmas: Enfoque de Niklas Luhmann*. Revista Paraguaya de Sociología, 26(75), 51-72.
- Bunge, M. (1995). *Sistemas sociales y filosofía*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Sudamericana.
- Capra, F. (1998) *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Editorial Anagrama S.A.
- Cárdenas, E. y Rojas, Á. (1992) *La cultura urbanística: una cultura para la vida*. Revista Arquitectura y Urbanismo, 13(1), 12-16. La Habana: ISPJAE.
- CEUB, Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana (2014) *Documento XII Congreso Nacional de Universidades de Bolivia*. La Paz.
- Derrida, J. (1986) *De la Gramatología* (Cuarta Edición). México: Siglo XXI Editores.
- Derrida, J. (1986) *La metáfora arquitectónica. Entrevista de Eva Meyer*, Revista Domus, 671, 16-24, abril 1986. En Derrida, J., *No escribo sin luz artificial*. Valladolid, España: Cuatro Ediciones (1999)
- De Mattos, C. (2004) *De la planificación a la governance: Implicancias para la gestión urbana*. Revista Paranaense de Desenvolvimento, 107, 9-23. Curitiba.
- De Solà-Morales, I. (2003) *Diferencias. Topografía de la arquitectura contemporánea*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- FayCH (2020) *Propuesta Innovación curricular a nivel de rediseño*. Carrera de Arquitectura. Documento Final. Universidad Mayor de San Simón.
- García, R. (2006) *Sistemas Complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.
- Heidegger, M. (1994) *Construir, habitar, pensar. Martín Heidegger*. Conferencias y artículos. Madrid: Ediciones del Serbal.
- Kuitenbrouwer, J. (1992) *Entre el terror y la ternura: racionalidad instrumental, educación e interculturalidad*. Santiago de Chile: ISS-Ceaal.
- Le Corbusier (1998) *Hacia una arquitectura*. Barcelona, España: Editorial Apóstrofe, Colección Poseidón.
- Lefebvre, H. (2013) *La producción del espacio*. Madrid, España: Editorial Capitán Swing.
- Lloyd Wright, F (1978) *El futuro de la Arquitectura*. Barcelona, España: Editorial Poseidón (edición original 1953)
- Maturana, H. y Varela, F. (2003) *De máquinas y seres vivos: Autopoiesis, la organización de lo vivo*. Buenos Aires, Argentina: Lumen.
- Moisset, I. (2003) *Fractales y formas arquitectónicas*. Córdoba, Argentina: Editorial I+P División.
- Morin, E. (2009) *Introducción al pensamiento complejo* (6ta. Ed.). Barcelona, España: Editorial Gedisa.
- O'Connor, J. y McDermott, I. (1998) *Introducción al pensamiento sistémico*. Barcelona: Editorial Urano.
- Passaro, A. (2004) *La dispersión. Concepto, sintaxis y narrativa en la Arquitectura de finales del siglo XX* (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Ruiz, S. (1994) *El templo hinduista: Ensayo sobre la interpretación arquitectónica*. México: Universidad Iberoamericana.
- Sánchez de Madariaga, I. (1999) *Introducción al urbanismo: Conceptos y métodos de planificación urbana*. Madrid, España: Editorial Alianza.
- Sánchez de Madariaga, I. (2008) *Esquinas inteligentes. La ciudad y el urbanismo moderno*. Madrid: Editorial Alianza.
- Schumacher, P. (2011) *The Autopoiesis of Architecture, Volume 1, A New Framework for Architecture*. London, UK: Published by John Wiley & Sons.
- Solís, L. (2001). *El pensamiento Complejo*. Recuperado de www.pensamientocomplejo.com.ar
- Terán, I. (2014) *Transdisciplinariedad y transectorialidad en el abordaje de los problemas sociales desde el enfoque de ecosalud*. Comunidad y Salud, 12(2), 36-41. Universidad de Carabobo.
- Venturi, R. (1980) *Complejidad y Contradicción en la Arquitectura*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.