

Las ciencias de la complejidad como aproximación a la morfogenética en el diseño arquitectónico; robusteciendo el modelo de diálogo disciplinar

Juan Andrés Sánchez García ⁽¹⁾

Resumen: El diseño es un evento raro, impredecible y hasta cierto punto se mantiene como una ciencia de lo imposible que debe estar basado en el asombro, en la incertidumbre, en escenarios múltiples, entre otros, y romper las tendencias y universalidades, para que la imaginación y el diseño cobren protagonismo en procesos que ya no son propios de la arquitectura porque se ha perdido la capacidad de asombro en el mundo contemporáneo. El proceso creativo es complejo y heterogéneo, esencialmente el diseño en escuelas de Arquitectura donde ha estado basado en un dominio intelectual del determinismo, dualismo, mecanicismo, entre otras corrientes que de cierta manera encajonan la creatividad de una disciplina.

Las ciencias de la complejidad abogan por la hibridación de conceptos, tecnicismos y metodologías que robustecen los modelos de argumentación, justificación, principios y axiomas en el diseño de arquitectura ante una academia de fragmentación y división que mantiene una estructura antigua del conocimiento.

Este trabajo propone que la complejidad del diseño requiere un diálogo disciplinar que traduzca su morfología final basada en una morfogénesis que dicte una estructura morfogenética, y que ponga a consideración los genotipos en un sistema de resolución de proyectos que es variable, recursivo, caótico, abierto y aplicativo en la propuesta de arquitectura estableciendo reflexiones y críticas para considerar el traslado de la interdisciplinariedad hacia la complejidad en resolución de problemas creativos.

Palabras clave: Ciencias de la Complejidad - Diseño Arquitectónico - diálogo disciplinar - Morfogenética arquitectónica

[Resúmenes en inglés y portugués en las páginas 151-152]

⁽¹⁾ **Juan Andrés Sánchez García.** Doctor en Arquitectura y Urbanismo por la Universidad Veracruzana y Doctor en Arquitectura, Diseño y Urbanismo por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores y Padrón Veracruzano de Investigadores. Profesor de posgrado en la Universidad Veracruzana. juansanchez@uv.mx orcid.org/0000-0003-2217-2711

Introducción

La academia en arquitectura, ha demostrado un claro interés en la rama del diseño, sobre todo en la forma en que los estudiantes desarrollan la solución de problemas basados en proyectos. Los resultados son evaluados por su funcionalidad y la capacidad de respuesta ante la emergencia planteada, sin embargo, una parte importante para valorar el diseño es el aspecto compositivo y estético que presentan las propuestas de los estudiantes.

En los talleres de proyectos, los estudiantes de arquitectura desarrollan soluciones y propuestas cuya forma deben tener un equilibrio que defina una lógica que se ha denominado morfología. Leer un proyecto de arquitectura, en el aspecto compositivo, es una experiencia que el profesor o el usuario busca determinar para darle un sentido al producto, pero conlleva visualizarlo en una etapa final, es decir como un objeto y no como un fenómeno o proceso.

Las ciencias de la complejidad, como perspectiva de investigación y de aplicación, muestra interés actualmente por no visualizar el objeto como una ciencia clásica, sino que ahora se inclina por un pensamiento de la complejidad que versa en el análisis de procesos de transformación, cambiantes, evolutivos y dinámicos, cuyas variables intervienen el sistema de diseño en diferentes puntos y que son explicadas por el diálogo disciplinar.

Ante la propuesta de evaluar el procedimiento que determinó una morfología arquitectónica, se recurre a repensar el proceso evolutivo que se llevó a cabo en el diseño y que, en términos de la biología, se traduce como la morfogénesis de la propuesta arquitectónica, cuya evaluación es interesante de analizar ante la multiplicidad de posibilidades que ocurren en el diseño. Este panorama ha cuestionado la ambivalencia del proceso y ha reducido la aleatoriedad y lo espontáneo con ideas sueltas ante un caos del diseño. La morfogenética entonces, busca ser un proceso, que proviene de las ciencias de la complejidad, y que sienta las bases o genomas de la toma de decisiones en el diseño basado en la interdisciplinariedad como un argumento o forma de sustentar un discurso en el diseño arquitectónico.

De la complejidad a las ciencias de la complejidad en el diseño

El diseño es complejo por la cantidad de variantes y la cantidad de caminos que existen para obtener un producto, por lo que se apoya en el concepto de complejidad que se atribuyen otros conceptos que de forma lateral han conformado la praxis del diseño, ya que

la complejidad se impone de entrada como imposibilidad de simplificar; ella surge allí donde la unidad compleja produce sus emergencias, allí donde se pierden las distinciones y claridades en las identidades y causalidades, allí donde los desórdenes y las incertidumbres perturban los fenómenos... (...) allí donde las antinomias hacen divagar el curso del razonamiento. [...] La complejidad emerge como obscurecimiento, desorden, incertidumbre, antinomia.

Esto mismo, que ha provocado la ruina de la física clásica, construye la complejidad de la *physis* nueva (García R., 2008, pág. 19).

Esta flexibilidad que interviene en lo no determinista, transcribe quizás un pensamiento en forma de diáspora, o diaspórico, como una dispersión en el conocimiento o en el diseño de forma involuntaria que debiera mantener un orden para poder obtener generalidades. Parte de esta complejidad está en la dialogía de entender si las formas o caminos para el diseño en arquitectura tienen una naturaleza caótica o azarosa o si es posible delimitar y entender patrones dentro de la dispersión para mantener un caos controlado.

La línea delgada entre lo que es y debiera ser como proceso de diseño es una parábola interesante que, según la perspectiva de análisis, puede tender hacia el caos o el orden, lo que ha complicado determinar en la contemporaneidad patrones de diseño que inhiban la posibilidad de ocurrencia, casualidades o espontaneidades, lo que ha llevado a plantear formas de entender el proceso evolutivo con cierto grado de rigurosidad que permita entender un lenguaje definido para una propuesta en arquitectura.

Hoy en día es necesario que la educación en el diseño permita demostrar la capacidad creativa mediante conocimientos previos que no solo formen parte de la incertidumbre en las propuestas sino de una ruta fundamentada para la solución de proyectos, por lo que es

evidente la necesidad de una Educación que permita reaprender conocimientos apegados a la realidad en la que se vive, que logre comprender este mundo cambiante y complejo, porque a partir de la complejidad de los sujetos u objetos se puede empezar a reorganizar la Educación desde un enfoque sistémico, transdisciplinar y crítico, con la finalidad de poner en práctica una enseñanza y aprendizaje que no mutile el conocimiento y enseñe a convivir en un ambiente de armonía” (García A. E., 2020, pág. 1014).

Salvador Benítez & González López (2016) retoman de Reale y Antiseri (2021) la noción de que en la academia y en las ciencias actuales se abunda en la racionalidad moderna que impera en la cultura de la racionalidad, las certezas, las matemáticas y paradigmas mecanicistas en donde se debe cuestionar que uno de los aspectos más radicales del Nuevo paradigma científico es: “la ausencia de cualquier fundamento firme” (Salvador Benítez & González López, 2016, pág. 307) para que en este diálogo académico se comprenda que el saber se analiza, comparte, critica, crea y recrea.

Al hablar de esta forma de pensar en la academia en favor del diseño es plantear la complejidad como una manera de acercarse, entender y producir elementos de diseño con una propuesta original. En un contexto de investigación, lo que es científico ha consistido en deshacerse de la imprecisión, contradicción y ambigüedad (Salvador Benítez & González López, 2016) como una rigurosidad latente en la producción de la academia, pero dista mucho de fenómenos y conceptos que requieren procesos creativos y una libertad hasta cierto punto caóticas con incertidumbre como los procesos sociales, biológicos y creativos. Aquí en donde surge el estudio de procesos y fenómenos desde “el *paradigma de la simplicidad* que ordena el universo y *persigue el desorden*; así el orden se reduce a ley (...) y el principio de simplicidad (...) separa lo que está unido (disyunción) o reúne lo que es

disperso (reducción)” (Salvador Benítez & González López, 2016, pág. 308), por lo que el diseño en sí rompe el esquema de lo racional e interactúa con la simplicidad para llevar a pensar que se busca un proceso de articular y sintetizar diferentes saberes que intervienen en la creatividad.

Esta forma de ver los procesos se amalgama en primera instancia en el concepto de complejidad que, como menciona Morin (2003), se hace referencia a una auto-organización o números elevados de interacciones de un sistema atendiendo a tres principios como lo son *dialógico*, *recursividad organizacional* y *homogramático*, que al reconocerlos también expresa Morín que existe el *pensamiento simplificante* donde se predominan operaciones lógicas la *conjunción*, la *distinción* y la *implicación*, que hasta cierto punto es una contradicción pero precisamente la complejidad acepta esta apariencia.

En este sentido plantear una contradicción en el diseño no es imprudente, sino que refuerza la característica del diseño de ser ambivalente y que pueden coexistir miradas, perspectivas o enfoques para traducir al proceso de diseñar. Un ejemplo es la noción de que el diseño es incierto y azaroso, lo que para muchos estudiosos significa un caos, así como lo “complejo puede significar casi lo mismo que caótico” (Lewin, 1995, pág. 26), sin embargo hasta en los sistemas caóticos se rigen por las reglas universales que afectan a ellos (Ibañez, 2008) y el mundo de ciencia siempre ha buscado reglas o patrones para definir los fenómenos multilíneales.

El diseño como tal puede ser incierto como un sistema caótico, pero también se puede contradecir cuando se establece la búsqueda de los patrones, de modelos o de reglas que determinen el funcionamiento del proceso creativo y es interesante intentar descubrir pautas o tipologías para darle sentido a lo que aparentemente nació de una expresión creativa flexible y no es determinista, lo que ha llevado a pensar que para el diseño arquitectónico la respuesta de reglas puede no estar en la misma disciplina.

En este contexto, Salvador Benítez & González López (2016) refieren que la idea de complejidad en el ámbito del educativo se gestiona como una propuesta entonces metodológica que va de la mano con la transdisciplinariedad como una postura epistemológica o guía de pensamiento para resolver en totalidad y partes los fenómenos estudiados.

Es aquí donde aparecen las ciencias de la complejidad que son “el tipo nuevo de racionalidad científica, que corresponde al mundo actual y hacia el futuro, y que, en contraste, con la ciencia y la filosofía tradicionales, sirven básicamente como referentes para la adecuada, comprensión y explicación de las dinámicas que en la actualidad tiene lugar en el mundo” (Maldonado C. E., 2005, pág. 4) y responden en primera instancia a la pérdida de la ciencia clásica unidisciplinaria para poder evaluar fenómenos o procesos que requieren diferentes formas de entenderlos; y en segunda perspectiva generar una respuesta para entender lo complejo con argumentos, herramientas y metodologías de otras disciplinas que ayuden al entendimiento híbrido de lo complejo, en este caso del concepto de diseño. Las ciencias de la complejidad representan una auténtica revolución en el conocimiento, al mejor estilo de las revoluciones científicas estudiadas por Thomas Kuhn, pero que en realidad son herederas de la tríada G. Bachelard, G. Canguilhem y A. Koyre. Se trata de un grupo de ciencias –que por tanto contienen numerosas teorías, una diversidad de modelos explicativos, una gama amplia de conceptos, en fin, una pluralidad de métodos y lógicas– cuyo tema de base es, para decirlo en términos genéricos: ¿Por qué las cosas son

o se vuelven complejas? Y lo importante en las ciencias de la complejidad es que no pueden dar una respuesta sino que aportan una pluralidad de ellas, y sin embargo, cualquier respuesta no vale, y no todas las respuestas son equivalentes (Maldonado & Gómez, 2010). Ante la ausencia de nuevas metodologías y técnicas para explicar el fenómeno del diseño en arquitectura, el pensamiento actual exige la no fragmentación entre las distintas ciencias, disciplinas o prácticas destinadas a la generación del conocimiento, si no que por el contrario se pretende la interacción, la dialéctica y la hibridación de *conceptos, variables y metodologías* que permitan explicar fenómenos de diseño y con esto se entiende que la ciencia no es aislada o individual (pequeña ciencia como lo refiere Maldonado 2015)¹ sino que este concepto va transformando la manera de generar conocimiento complementario y articulado entre disciplinas y ciencias, por lo tanto se está ante un escenario de cambio cuya necesidad radica en la generación de redes de aportaciones al conocimiento, evitando lo que en su momento fue para la ciencia occidental el concepto de “análisis” (dividir y fragmentar)², misma estructura en la que hemos sido educados en la universidad; prueba de ello son las especializaciones³ en el ámbito de la educación en universidades cuando, en términos de Carlos Maldonado (2015), la nueva ciencia apunta a una conocimiento de “síntesis”, de “integración” o de “diálogo” como evolución o cambio, donde la *ciencia* que estaba definida por un objeto ha quedado en el pasado y donde hoy la *interdisciplinariedad* está en pugna y establecida por campos y áreas, por lo que el futuro muestra una *complejidad* definida por los problemas.

La división disciplinar no debiera gestionarse en la academia como una enseñanza, hasta cierto punto celosa, de lo que los profesionistas e investigadores deben hacer y conocer cuando el verdadero sentido de la disciplina es explorar lo que puede aportar ésta a otras y la apertura a nuevas vetas de conocimiento cuando se logran empalmar las disciplinas. El diseño en arquitectura es entonces un fenómeno que no puede y no debe entenderse única y exclusivamente desde la arquitectura si no que la apertura disciplinar reconoce la cantidad de conceptos o vocabulario que abonan a analizarlo, sintetizarlo y explicarlo de mejor manera para dialogar entre saberes. Con eso no se habla de un colapso en la disciplina de arquitectura o una ineficiencia en ella para enriquecer el fenómeno del diseño, sino que se advierte que puede explorarse de mejor manera cuando la respuesta a cualquier problema o incertidumbre creativa la otorga el diálogo disciplinar a través de las ciencias de la complejidad.

Ante dicha situación se voltea a ver disciplinas y ciencias que están relacionadas de manera cercana a la arquitectura y, cuyas técnicas y herramientas propias, presentan aportes metodológicos para analizar el diseño arquitectónico. En primera instancia se encuentran las ciencias puras o clásicas como matemáticas, física, biología, filosofía, sociología, antropología, entre otras, que muestran un logos (lógica) en su tratamiento de estudio para el desarrollo de propuestas investigativas y dar un sentido a los fenómenos estudiados. Esta relación estrecha relación entre disciplinas genera un proceso de *diálogo* y comienzan a surgir nuevas ciencias a partir de estas áreas de conocimiento que traspasan las fronteras disciplinares. Este enfoque de ciencias de la complejidad entonces se aplica a la arquitectura en términos de diseños para explicar su funcionamiento como aportación a la arquitectura, desglosando las intervenciones conceptuales para explicar el diseño en el aula de la academia y aportar al discurso arquitectónico basado en este concepto.

De la Morfología y Morfogénesis en el diseño al diálogo disciplinar

El diseño arquitectónico define un proceso de concepción, desarrollo y producción de soluciones ante retos planteados en la academia, y aunque se centra en la búsqueda de soluciones creativas y funcionales, teniendo en cuenta aspectos estéticos, ergonómicos y técnicos, se reconoce que tiene una relación directa con el concepto de *morfología* porque influye en una de las tantas partes del diseño, en este caso *la forma* que entrelaza un binomio que genera proyectos visualmente atractivos, funcionales y sobre todo que se pueda explicar mediante un discurso no aleatorio de la arquitectura.

La morfología para este trabajo se presenta como una construcción de la forma atendiendo la estructura y composición de un diseño, que en términos de la biología es la forma de los organismos. En otras palabras, se puntualiza como un estudio o tratado de la forma que compone el diseño de una edificación arquitectónica. La composición en los talleres de arquitectura, o conformación de partes, es un aspecto interesante de analizar como fenómeno de investigación puesto que se pone en contraste diversos cuestionamientos cuando un estudiante presenta un producto como resolución de un problema; una de ellas es poder apreciar, valorar y evaluar que la composición es una de las infinitas soluciones que pueden ocurrir y que responde a la toma de decisiones y valoraciones del diseñador para poder conformar un proyecto arquitectónico.

Como lo explicó Carlos Maldonado (2015), las logías tienden a ser parte importante en investigación del diseño ya que, al plantear la morfología, se busca un tratado o un estudio de la forma de una solución arquitectónica que versa en factores como proporciones, equilibrio, peso visual, tensión, ritmo o contrastes que se aprecian a simple vista, lo que hace que el espectador, evaluador o diseñador desarrolle un propio criterio del sentido de la forma presentada.

La morfología en arquitectura es un tema muy amplio que merece un escrito aparte, pero en esta propuesta se pone en evidencia que el dominar la morfología es un potencial presente para la creatividad, que conlleva un proceso de diseño extenso de reflexión, valores y variables en lo formal que basa su proceso en las elecciones que el diseñador seleccionó para dar un significado al objeto final. Con ello se entiende que la forma no solo es una apariencia que dialoga con la óptica del observador, sino que es una interpretación y compensación que cada espectador puede tener del objeto.

Esta morfología arquitectónica es interesante porque se convierte en un lenguaje propio del diseño arquitectónico que, a través de formas, espacios, volúmenes o materiales, que logran la comprensión de cómo afectan a la percepción o experiencia de quienes están ante el diseño de una edificación. Cuando se observa dicha morfología de un producto de diseño en arquitectura, se aprecian en ocasiones elementos que hacen estéticamente agradable las composiciones como el número áureo, la sección áurea, la sucesión de Fibonacci, tendencias artísticas, el modulator de Le Corbusier, entre otros, que presentan características formales, y cuyo cuestionamiento inicia después de darle un sentido.

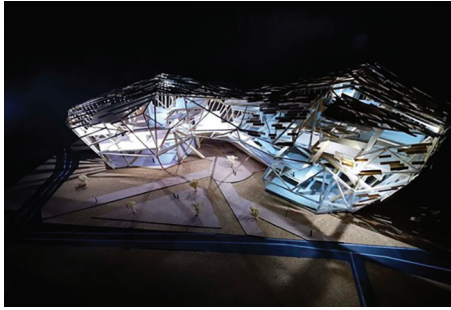


Ilustración 1. Morfología arquitectónica de maqueta conceptual
Fuente: Estudiante Erika Viridiana Rios Aburto 2020

La morfología arquitectónica de un proyecto, en conclusión es una manera de comprender la complejidad de los principios de la forma de un proceso creativo buscando el equilibrio en las composiciones de arquitectura, enfatizando en la cantidad de patrones y variantes que se entrelazan para construir la composición, no obstante, se vuelve la interpretación de un objeto estático, de un volumen en tres dimensiones de manera transversal que desencadena una pequeña parte de la complejidad de un diseño, del cual se cuestiona que, al ser un producto final, debe existir un proceso creativo que desencadenó la composición y detona algunas preguntas para entender el objeto, por ejemplo: ¿Cómo se hizo?, ¿por qué se eligieron las composiciones?, ¿Cómo se articularon las variables para generar un proyecto?, ¿Cómo surgió la idea?, ¿Cómo se construyó el proceso evolutivo del diseño?, entre otras, que no se responden en los patrones finales sino en el proceso de generación. Ante estos cuestionamientos, el diseño se convierte en un proceso que se evalúa en retrospectiva para valorar los eventos organizados que contribuyeron a la composición de la forma y comprender de donde surge la morfología arquitectónica.

El campo de estudio de la forma o morfología en arquitectura es muy extenso, por lo que no es de interés tratar sus propiedades sino solo una manera de producir formas basados en trabajos interdisciplinarios. La proyectación de una forma arquitectónica no es un tema nuevo, ya que el alumno reconoce que todo a su alrededor conlleva una forma definida y particular para cada objeto, lo que muestra un interés puntual por presentar una morfología esclarecida del proyecto como resultado, pero aún más interesante es la apropiación del estudiante por generar un proceso o metodología que conlleve a la aparición de la forma, por lo que se estaría hablando de una morfogénesis (Sánchez García & Acosta Mari, 2020, pág. 89).

La complejidad del diseño entonces no radica en la interacción del producto sino en determinar los elementos que construyeron la forma como un mecanismo aún más complejo con mira a un discurso, una argumentación y a la toma de decisiones para proponer el diseño final. Por ende, más que la morfología, se debe acentuar la investigación en la

morfogénesis del proyecto de arquitectura o la generación de la forma. La morfogenética en el diseño, es un área que plantea una estrecha relación entre la forma y la creatividad presentando principios que se atribuyen para la realización de un proyecto. Cuando se comprende el uso de la forma a través de distintas funciones se puede evidenciar que una genética en el diseño arquitectónico es una evolución que va gestando y transformando la apariencia del edificio asumiendo que en cada punto o parte del proceso se pueden insertar elementos que vuelven proyectos más complejos y eficientes para el usuario al cual se va a proponer el proyecto arquitectónico.

La *morfogenética*, desde un principio disciplinar puro, hace referencia al estudio de la generación de la forma en organismos vivos y en objetos creados por el ser humano. De los primeros estudios que hablaron de la morfogénesis se hace referencia a D'arcy Wentworth Thomson, uno de los primeros biomatemáticos que buscaba buscar patrones naturales en conchas (Wentworth, 1927), y de los estudios en 1930 por Joachim Hämmerling, quien determinó la importancia de los núcleos en algas para que la forma se determine desde este punto.

Más adelante Alan Turing (1952) pudo predecir el mecanismo de la morfogénesis a través de patrones con señales químicas que activan y limitan el crecimiento para dar un parteaguas a descripciones de biólogos para el descubrimiento del ADN en 1953 (Hiscock & Megason, 2015), trabajos elaborados por investigadores como Rosalind Franklin, James D. Watson y Francis Crick para dar paso a la biología molecular y bioquímica. Con ello actualmente la morfogénesis se ha aplicado en los análisis de formación total de un organismo dividida en cada parte que se componen.

Dentro de la morfogénesis en biología se menciona que es un proceso biológico que se lleva para que cualquier organismo obtenga una forma determinada, en términos de un desarrollo, un crecimiento y una diferenciación que incluso desarrolla nuevas investigaciones como la biología evolutiva para el desarrollo. La morfogenética es una teoría que se aplica y dialoga directamente con la arquitectura, cuyo punto de andamiaje es el diseño, ya que permite explicar la generación y desarrollo de los componentes arquitectónicos y determina la manera en que la forma de un objeto o espacio se relaciona con su función o su influencia con el usuario y sus actividades por lo que brinda una perspectiva integral y compleja en la explicación del proceso creativo del objeto.

La morfogenética en arquitectura ha sido planteada en referentes como La Casa de la Cascada, diseñada por Frank Lloyd Wright, quien utilizó principios de la morfogénesis como la adaptación al entorno natural y la generación de formas a través de algoritmos genéticos para crear una vivienda que se integra armoniosamente con su entorno y aprovecha al máximo las vistas panorámicas del entorno. El Edificio Gherkin, diseñado por Norman Foster, que se caracteriza por su forma cilíndrica con un revestimiento de vidrio ondulado, que le confiere una apariencia distintiva. El Centro Pompidou, diseñado por Renzo Piano y Richard Rogers, es conocida por su diseño innovador y su apariencia industrial, caracterizada por su esqueleto estructural expuesto y su fachada de colores vivos y donde su morfogénesis se utilizó para generar la forma del edificio y optimizar su rendimiento mediante modelado paramétrico y algoritmos genéticos.

Los ejemplos mencionados muestran que el estudio de la morfogenética arquitectónica se vuelve importante porque hace comprender la manera en que se comporta la forma,

función, composición o la estética, y su estudio permite valorar la cantidad de relaciones espaciales que forman parte de la capacidad del diseñador para crear soluciones innovadoras y adaptadas a la solución de un problema, acentuando el peso del proceso sobre el producto; y esto permite en la academia evaluar la justificación y argumentaciones de estudiantes de arquitectura.

Para esta propuesta el objetivo de la morfogenética arquitectónica tiene dos polos, por un lado, que el estudiante o diseñador pueda ir construyendo un discurso que permita resolver un problema con argumentos sólidos dialogando con otras disciplinas, y por otro lado que el profesor o el usuario pueda entender el proceso y las tomas de decisiones del estudiante para evitar diseños aleatorios, banales o simplemente plagiados por plataformas en la era digital.

La morfogenética es una disciplina que se basa en tres principios fundamentales para entender y aplicar su concepto en el diseño, los cuales son la *autoorganización*, la *diferenciación* y la *replicación*. Mediante la comprensión de estos principios, los diseñadores pueden crear estructuras y formas complejas inspiradas en la naturaleza y en los procesos biológicos. En el diseño, la morfogenética permite generar soluciones innovadoras y eficientes, aprovechando las características inherentes de estos principios.

La *autoorganización* es uno de los principios clave de la morfogenética en el diseño y se refiere a la capacidad de un sistema para organizar y estructurarse por sí mismo, sin necesidad de una intervención externa (Cobá Pacheco, et al., 2018). En el diseño, esto implica la creación de algoritmos o sistemas que permiten a los elementos del diseño interactuar entre sí y organizarse de manera autónoma, generando formas y estructuras complejas de manera emergente.

La autoorganización en el diseño permite obtener soluciones dinámicas y adaptables, inspiradas en los procesos naturales de crecimiento y desarrollo. Cuando se realiza un diseño, sobre todo de manera gráfica, el diseñador/estudiante debe captar la cantidad de emergencias, que pueden ser normativas, contextuales, sociales, naturales, urbanas, entre otras, que van a determinar una fisionomía del proyecto y cuyas variables van a conformar un sistema o una estructura espacial y que dos o más elementos pueden inferir en la manera de organizar un proyecto arquitectónico. Algunos de estas variables son obtenidas de manera innata del análisis de sitio, referentes, contextos y normas que van desarrollando la manera de organizar o armar el rompecabezas del diseño en función de las capacidades externas y emergentes que propician la solución del problema en arquitectura y esto constituye una constante evolución basado en las adecuaciones externas (Davies, 2023) (Gramelsberger, 2020).

La segunda es la *diferenciación* que es otro principio esencial de la morfogenética en el diseño y se plantea como la capacidad de un sistema para generar variabilidad y diversidad a partir de elementos simples o similares. En el diseño, esto implica la utilización de reglas o algoritmos que permiten la transformación y modificación de elementos básicos, generando una amplia gama de configuraciones y formas. La diferenciación en el diseño es especialmente útil para la creación de patrones complejos y estructuras variadas, permitiendo la adaptabilidad y la personalización de los diseños. Se reconoce entonces que, en el diseño, las propuestas tienen una generatriz dictaminada pero que, ante la diversidad de usuarios en arquitectura, se pueden generar adecuaciones al principio

original en función de la intención en el diseño, respetando el sistema base. Esto abre el panorama a una flexibilidad en el diseño que puede alterar la originalidad, pero no el discurso del proyecto final (Davies, 2023) (Gramelsberger, 2020).

El tercer fundamento de la morfogenética arquitectónica del diseño es la *replicación* que hace referencia a la capacidad de un sistema para reproducir y generar copias de sí mismo. En el diseño, la replicación implica la creación de patrones o algoritmos que permiten la generación de elementos repetitivos y simétricos. Mediante la replicación, los diseñadores pueden crear estructuras y formas con una apariencia consistente y coherente, enfatizando la repetición y la regularidad. La replicación en el diseño puede generar efectos visuales impactantes y estructuras eficientes desde el punto de vista estructural.

En la academia, comúnmente se hace referencia a la replicación cuando las conclusiones y la presentación final de los proyectos muestran dos puntos importantes; el primero son las condiciones sobre las cuales es factible replicar el diseño arquitectónico basado en culturas, medios naturales, urbanos y contextos sociales; y el segundo es la conformación de una tendencia que permite la repetición de elementos compositivos generativos más importantes para comprender los principios de una morfogenética arquitectónica.

Mediante la aplicación de principios como la autoorganización y diferenciación, es posible generar diseños arquitectónicos que se adapten a las necesidades y preferencias de los usuarios, creando espacios funcionales, estéticamente agradables y eficientes en el uso de los recursos. Además, la morfogenética en el diseño de espacios permite la exploración de nuevas formas y geometrías, rompiendo con los esquemas tradicionales de diseño.

Los tres fundamentos de la morfogenética en el diseño muestran los parámetros de que determinan la evolución en la solución de un producto, pero lo interesante es que los tres no se pueden formar o definir de manera aleatoria, azarosa o fortuita, porque no son ocurrencias espontáneas del diseñador, aun cuando existen axiomas que refieren a la propiedad de incertidumbre del diseño, sino que pertenecen a un conjunto más grande denominado *diálogo disciplinar*, como se presentó en la primera parte de este trabajo.

El diálogo disciplinar es quien nutre al propio diseño de argumentos, herramientas, procesos, aseveraciones y toma de decisiones en la propuesta del diseño arquitectónico, y en su conjunto construye el discurso para generar un camino hacia la propuesta final. Con eso no se menciona que el diálogo disciplinar sea la única forma de diseñar, sino que permite dotar al estudiante de una perspectiva o visión para solventar el problema de una propuesta y con ello ir construyendo la morfogenética arquitectónica para que la morfología del proyecto tenga una lógica adecuada y su ADN se pueda entender como un significado oportuno e idóneo.

En conclusión, estudiar la morfogenética arquitectónica, permite entender el proceso llevado a cabo para obtener una morfología, es decir comprender el genoma (que contiene toda la información) del diseño basado en el diálogo disciplinar que permite construir un discurso de la composición final.

Diseño arquitectónico mediante el diálogo disciplinar

En este punto se reconoce que el diseño arquitectónico se puede entender y leer mediante su morfogenética, pero construirla tiene diferentes caminos que ayudan al diseñador a concretar una propuesta basada en un discurso que otorga a la composición el alma y significado de una propuesta. Para establecer los caminos, se menciona que existen herramientas para implementar en la morfogenética del diseño arquitectónico como un proceso de patrones; uno de ellos es el *software de diseño paramétrico* que permite crear modelos y formas complejas mediante la aplicación de algoritmos y variables para generar diseños generativos basados en reglas y parámetros establecidos previamente como en algunos software populares como el Grasshopper, Rhino y Dynamo.

Las herramientas digitales en la actualidad fungen como un parteaguas en la contemporaneidad y en el uso de la inteligencia artificial regulada para el desarrollo de diseño. Aquí se determina que se siguen leyes y parámetros para la generación de la forma, sin embargo, lo cierto es que no funciona sin la crítica del diseñador, es decir, la parte analítica que aún se cuestiona en los softwares es la falta de toma de decisiones que siguen siendo parte del estudiante. Por ende, si lo más importante es valorar en la morfogenética que plantea el diseñador, se recurre al boceto que sigue siendo una propuesta vigente para entender las alternativas, elecciones, dilemas u opciones que van construyendo el proceso de diseño, y para ello se muestran en 3 pasos de la intervención del diálogo disciplinar en la morfogenética.

1. Planteamiento del proyecto

Los estudiantes de arquitectura desarrollan su creatividad en la resolución de problemas como parte de un Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP o PBL, Project-based learning) que es una metodología que se centra en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje. Esta problemática está dada por el profesor basado en entornos naturales, urbanos, sociales, económicos y culturales que representan una complejidad de micro-sistemas que el estudiante debe solucionar para lograr un proyecto integral.

Cualquier problema en arquitectura debe estar respondido por el diseño como herramienta principal del arquitecto, desde un mobiliario, una vivienda, un equipamiento, hasta un plan maestro urbano. La situación entonces, no es la propuesta en sí, sino el procedimiento que se integra para poder solventar la problemática en conjunto.

Ante esta situación el primer paso es entender la situación planteada, criticarla, reflexionarla y visualizar la naturaleza del mismo a manera de síntesis; no se puede solucionar lo que no se ha comprendido, y con ello la propuesta de diseño puede no ser la adecuada. En este punto comienza aparecer la complejidad y la indeterminación de simulaciones mentales que llevan a una proponer diseños basados en el bagaje teórico o en investigaciones contextuales. Definir el problema planteado es un paso clave en el proceso de diseño ya que se identifican y describen claramente los desafíos y obstáculos que se deben atender

y con ello se facilita el desarrollo de soluciones eficientes y efectivas, por lo que esta etapa es fundamental para la retroalimentación del proyecto final y verificar si se solucionó el ejercicio planteado.

Entendido el problema, se genera entonces la incertidumbre de las variables o sustentos que hacen mirar de diferente manera las posibles soluciones y que ayudan a buscar las que más se adapten al planteamiento inicial basado en la afinidad del proyecto con la solución. Lo que si se debe atender es que hay problemáticas donde el arquitecto no está familiarizado por su disciplina ya que necesita conceptos de otras para poder solucionarlo, y por ello se recurre al diálogo disciplinar para robustecer las propuestas de diseño.

2. Generación de ideas y el Diálogo disciplinar

La generación de ideas es la parte más importante del diseño donde se vierten en el papel los trazos pensados o no, de todo aquello que viene a la mente para plantear posibles soluciones. Como se mencionó, estas ideas no deben ser azarosas o espontáneas si no que son la inspiración de un cúmulo de información que se obtiene de un diálogo disciplinar que ayuden a justificar las composiciones y propuestas de los problemas en el producto final como se muestra a continuación.

Ante la necesidad de una propuesta de un centro de aprendizaje como ejemplo, las diseñadoras de arquitectura mostraron la crítica al llamar a la solución con el concepto de escuela que, aunque es un término correcto, el cambiar de nombre genera una respuesta ante la reflexión para detonar la forma de solucionarlo. Se cuestiona entonces cuál es la manera adecuada de diseñar un espacio de aprendizaje en arquitectura y cuya respuesta no se encontró en la propia arquitectura, sino que basaron su diseño en la teoría de inteligencias múltiples de Howard Gardner proveniente de la disciplina de la psicología, que establece la capacidad para representar de forma gráfica elementos visuales y espaciales.

Las inteligencias empleadas fueron la naturalista y la visual-espacial como argumentos de diseño que se interpretaron en conceptos arquitectónicos para generar una fisionomía justificada y presentar una morfología final. Las estudiantes recurriendo a visualizar que este tipo de inteligencias pueden solucionar el proyecto mediante percepciones iniciales y recreaciones de experiencia visuales, que implica una sensibilidad al color, a las líneas, a la forma, al espacio y a las relaciones entre elementos como lo natural y el respeto hacia el medio ambiente para aprender mediante los sentidos. Estos argumentos son los que soportan el lenguaje, el vocabulario y forman parte de los detonantes del diseño que provienen de otra disciplina aplicada a la arquitectura. El boceto entonces representa el genoma del proyecto determinando que cada componente del sistema a diseñar tiene un objetivo, una causa y un porque, por lo que se aprecia y se lee la fisionomía de elementos representativos en el diseño.

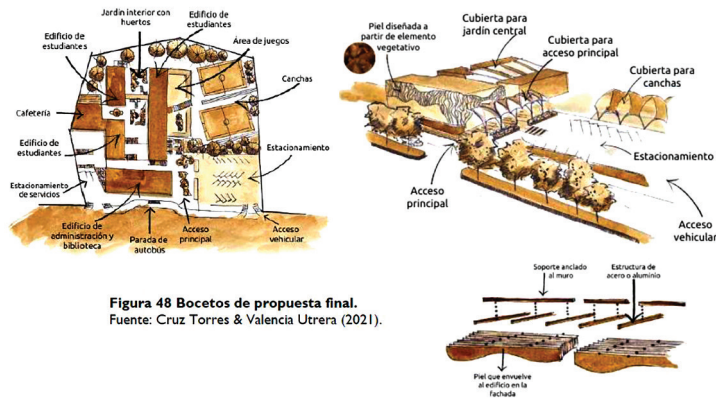


Figura 48 Bocetos de propuesta final.
Fuente: Cruz Torres & Valencia Utrera (2021).

Ilustración 2. Morfogenética del Centro de Aprendizaje

Autor: Estudiantes Cruz Torres Jancy & Utrera Valencia María Fernanda (2021)

El boceto entonces se vuelve una forma de sintetizar el genoma de un centro de aprendizaje, estructurando los patrones de diseño presentados por el diálogo de una disciplina como la psicología. El dialogar disciplinariamente es una forma de dotar al diseño de propuestas acordes a la finalidad del problema a resolver y se lee un discurso de encaja con la solicitud del diseño.

La estructura gráfica de un boceto escribe una complejidad de variables consideradas para un diseño, es decir estructura las reglas a seguir para proceder a un diseño, la forma evolutiva estructurada de un genoma basado en la psicología que se convierte en una propuesta final morfológica o solución del proyecto arquitectónico. Este proceso, si bien repercute en muchas pruebas de ensayo y error, lo interesante es presentar la radiografía espacial del argumento o discurso del proceso de diseño que demuestre la toma de decisiones para la presentación de un proyecto. Al establecer los patrones y axiomas de diseño que se tomaron en el ejemplo anterior, dialogando con la psicología, se entiende la lectura de herramientas que hicieron a las estudiantes detonar una propuesta final.

3. Presentación del proyecto

La evaluación de un proyecto final es la valoración de la estética, funcionalidad y congruencia con la solución de las diferentes partes de la problemática. En este caso se centró en una morfología de un centro de aprendizaje cuyo diseño respondió a un vocabulario presentado por Howard Gardner. La lectura aislada de la composición no puede entenderse si el diseño no se establece con parámetros del diálogo disciplinar.



Ilustración 3. Fachada del Centro de Aprendizaje Estudiantes Cruz Torres Jancy & Utrera Valencia María Fernanda (2021)

Leer una morfología arquitectónica representa un reto intelectual en el cual solo se valoran patrones de presentación, pero leer su morfogenética arquitectónica es dictar las pautas del proceso que llevaron a una propuesta final con un argumento sólido basado en el diálogo disciplinar que entonces se convierte en un camino que ayuda al arquitecto a diseñar y proponer elementos que responden a las ciencias de la complejidad como una perspectiva que dota al diseño de una herramienta para obtener productos formales y funcionalmente para solución de problemas.

La morfología debe entonces leerse de una manera que respete la morfogénesis y es donde se replica y se sostiene el fundamento de diseño y cuya lectura cambia al entender el proceso de diseño por el cual se llegó al producto final y se da una lectura completa de lo que otras disciplinas aportan al diseño arquitectónico para establecer pautas y valores que explican la capacidad compositiva del proyecto.

Conclusiones

La morfogénesis en el diseño arquitectónico enfrenta diversos retos y limitaciones. Estos desafíos están relacionados principalmente con la complejidad computacional, la interpretación y evaluación de resultados, y la integración con el proceso de diseño tradicional. El boceto es una complejidad que ordena las ideas del estudiante de arquitectura para simplificar la complejidad de opciones que se tiene en el diseño y valorar estéticamente y funcionalmente las mejores opciones del proyecto. Como método, el boceto permite verter en el dibujo los conocimientos especializados y vocabulario de otra disciplina para comprender y valorar las propuestas, por lo que la integración de la morfogénesis con el proceso de diseño implica la manera de leer el proceso y toma de decisiones del estudiante.

La interpretación y evaluación de los resultados generados por la morfogénesis en el diseño arquitectónico plantea un desafío importante que es valorar la gran cantidad de soluciones para un problema determinado, lo que requiere de conocimientos especializados para evaluar y seleccionar las propuestas más adecuadas. Con solo variar la disciplina con la cual se dialoga el proyecto arquitectónico, la solución es totalmente distinta, misma que no quiere decir que sea una mejor que otra, pero que si sienta las bases para un solución cuya forma tuvo otro origen (otra disciplina) y por lo tanto su proceso proyectual fue distinto por tener otros principios de diseño, es decir que se mantiene un caos en la multiplicidad de resultados pero cada uno está ordenado por pautas definidas en el boceto.

La morfogénesis en el diseño arquitectónico tiene el desafío de genera una metodología para entender el proceso de diseño, optimizando las respuestas en las ciencias de la complejidad que permite tener muchas soluciones para un problema y que todas son válidas si, y solo sí, el argumento permite describir las partes que componen el diseño. Por otro lado, el boceto, como una manera tradicional de diseño brinda el esquema completo de la construcción de las variables que componen el sistema de diseño, por lo que la morfogénesis se aprovecha como una herramienta que describe los valores compositivos de un proyecto arquitectónico. Los valores se obtienen en colaboración con el diálogo disciplinar que los arquitectos trabajan de manera conjunta con otros argumentos para obtener resultados arquitectónicos innovadores y viables.

En conclusión, la morfogénesis juega un papel fundamental en el diseño arquitectónico, ya que permite la generación de formas arquitectónicas innovadoras y la optimización de diseños. Los métodos de morfogénesis, como axiomas interdisciplinarios, ofrece una herramienta sobresaliente para abordar los retos de complejidad y composición en arquitectura, pero debe tomarse en cuenta las limitaciones de esta propuesta y la necesidad de interpretar y evaluar cada genoma a partir de la perspectiva de arquitectura, por lo que el proceso evolutivo puede volverse tan grande como el diálogo disciplinar lo permita, entre más disciplinas se dialoguen, mayor la cantidad de soluciones de diseño de obtendrán, lo que se convierten en sistemas inseminados.

Finalmente, la morfogénesis en el diseño arquitectónico brinda nuevas oportunidades y desafíos emocionantes para los profesionales en el campo de la arquitectura y desglosa un proceso que solo el diseñador logra contener en una propuesta, desencadena una multiplicidad de resultados, pero logra ordenar la toma de decisiones en función de lo que otras desliñas abonan al diseño en arquitectura, lo que lo convierte una forma de pensar, de actuar y de diseñar aplicando los conceptos que las ciencias de la complejidad ofrece.

Notas

1. Conferencia titulada: “Introducción al pensamiento científico de punta”
2. Carlos Maldonado (2015) refiriéndose al pensamiento de Nicolás Maquiavelo.
3. Especialización refiriéndose al conocimiento.

Bibliografía

- Gramelsberger, G. (2020). Synthetic Morphology: A Vision of Engineering Biological. *Journal of the History of Biology*, 295-309.
- Balderrama Álzate, M., González Ospina, M. P., & Gallego Escudero, S. (s.f.). *Arquitectura paramétrica; más allá de la forma. Generación de un paradigma sostenible*. Recuperado el 24 de febrero de 2024, de <https://repositorio.ucp.edu.co/server/api/core/bitstreams/304a3b63-adfb-4486-b9c6-3d77e22caeb4/content>
- Caicedo, M. F. (2015). Las ciencias de la complejidad y sus aportes a la disciplina económica. 3-4.
- Cobá Pacheco, E. A., Molina Cortés, Y. A., Ayala Ramos, Á. A., Quijano Briceño, O. A., & Carvente Muñoz, O. (2018). La auto-organización: el proceso hacia el orden natural. *Ingeniería*, 62-75.
- Davies, J. A. (2023). *Mechanims of Morphogenesis*. Reino Unido: Pat Gonzalez.
- García, A. E. (09 de junio de 2020). Los principios de la complejidad y su aporte al proceso de enseñanza. págs. 1012-1032.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa.
- García, R. (2008). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa.
- Gómez, A., Hernández, M. W., & Ramos, R. E. (2 de Julio de 2016). Principios epistemológicos para el proceso de la enseñanza-aprendizaje, según el pensamiento complejo de Edgar Morin. *Revista oficial de la universidad privada antenor orrego multidisciplinaria e interdisciplinaria.*, págs. 471-479.
- Hiscock, T. W., & Megason, S. G. (2015). Orientation of Turing-like Patterns by Morphogen Gradients ans Tissue Anisotropies. *50 Cells*, 408-146.
- Ibañez, E. (2008). *Las teorías del caos, la complejidad y los sistemas: impactos educaativos y aplicaciones en ciencias sociales*. Santa Fe, Argentina: Homo sapiens ediciones.
- Lewin, R. (1995). *Complejidad. El caso como generador del orden*. Barcelona: Colección matemas.
- Luengo González, E. (2018). *Las vertientes de la complejidad; pensamiento sistémico, ciencias de la complejidad, pensamiento complejo, paradigma ecológico y enfoques holistas*. México: Colección alternativas al desarrollo.
- Maldonado, C. E. (2005). *Ciencias de la complejidad; ciencias de los cambios súbitos*. Bogotá, Colombia: Odeon.
- Maldonado, C. E. (2015). ¿Qué son las ciencias de la complejidad?
- Maldonado, C. E. (2015). *Introducción al pensamiento de punta, hoy*. Bogotá : Ediciones desde abajo.
- Maldonado, C., & Gómez, N. (Mayo de 2010). El mundo de las ciencias de la complejidad, un estado de arte. Bógota , Colombia : Universidad del Rosario.
- Morín, E. (2003). *Introducción al pensamiento complejo*. Barelona : Gedisa.
- Morin, E., & Patrick., V. (2011). *Como vivir en tiempos de crisis*. Buenos Aires: Icaria.
- Palva, A. J. (2004). Edgar Morin y el pensamiento de la complejidad. *Revistas ciencias de la educación*, págs. 239-253.

- Reale, D., & Antiseri, D. (2001). Historia del pensamiento filosófico y científico. *Herder*. Obtenido de <http://www.rsu.uninter.edu.mx/doc/glosario/Transdisciplinariedad.pdf>
- Reynoso, C. (2006). *Complejidad y caos. Una exploración antropológica*. Buenos Aires : 1°ed. Editorial SB.
- Salvador Benítez, J. L., & González López, S. (2016). La complejidad y la transdisciplina como sistemas teóricos en el hacer de la educación superior. *Educación y Humanismo*, 305-319. doi:<https://doi.org/10.17081/eduhum.19.33.2646>
- Sánchez García, J. A., & Acosta Mari, G. (2020). Complejidad en la morfogénesis arquitectónica; diálogo interdisciplinar y su interpretación como método de diseño en el proceso proyectual del estudiante. *DAYA Diseño Arte y Arquitectura* , 85-99.
- Sotolongo, P., & Delgado, C. J. (2006). *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales de un nuevo tipo*. Buenos Aires : 1° Campus virtual.CLACSO.
- Turing, A. (1952). The Chemical basis of morphogenesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 37-72.
- Viguri, M. R. (2019). Ciencias de la complejidad vs. Pensamiento complejo, claves para una lectura crítica del concepto de científicidad en Carlos Reynoso. *pensamiento*, vol.75, num. 283, 87-106.
- Wentworth, D. (1927). *On growth and form*. University Press.

Abstract: Design is a rare, unpredictable event and to a certain extent remains a science of the impossible that must be based on amazement, uncertainty, multiple scenarios, among others, and break trends and universalities, so that the imagination and design take center stage in processes that are no longer typical of architecture because the capacity for wonder has been lost in the contemporary world.

The creative process is complex and heterogeneous, essentially design in schools of Architecture where it has been based on an intellectual domain of determinism, dualism, mechanism, among other currents that in a certain way encompass the creativity of a discipline.

The sciences of complexity advocate the hybridization of concepts, technicalities and methodologies that strengthen the models of argumentation, justification, principles and axioms in architectural design in the face of an academy of fragmentation and division that maintains an ancient structure of knowledge.

This work proposes that the complexity of the design requires a disciplinary dialogue that translates its final morphology based on a morphogenesis that dictates a morphogenetic structure, and that puts genotypes into consideration in a project resolution system that is variable, recursive, chaotic, open. and application in the architectural proposal, establishing reflections and criticisms to consider the transfer of interdisciplinarity towards complexity in solving creative problems.

Keywords: Complexity Sciences - Architectural Design - Disciplinary dialogue - Architectural Morphogenetics

Resumo: O design é um acontecimento raro, imprevisível e em certa medida continua a ser uma ciência do impossível que deve basear-se no espanto, na incerteza, na multiplicidade de cenários, entre outros, e quebrar tendências e universalidades, para que a imaginação e o design ocupem o centro dos processos. que já não são típicos da arquitectura porque a capacidade de maravilhar-se perdeu-se no mundo contemporâneo.

O processo criativo é complexo e heterogéneo, essencialmente desenhado nas escolas de Arquitectura onde se tem baseado num domínio intelectual de determinismo, dualismo, mecanicismo, entre outras correntes que de certa forma englobam a criatividade de uma disciplina.

As ciências da complexidade defendem a hibridação de conceitos, tecnicidades e metodologias que fortalecem os modelos de argumentação, justificação, princípios e axiomas do projeto arquitetônico diante de uma academia de fragmentação e divisão que mantém uma estrutura milenar de conhecimento.

Este trabalho propõe que a complexidade do projeto requer um diálogo disciplinar que traduza sua morfologia final a partir de uma morfogênese que dita uma estrutura morfogenética, e que coloca os genótipos em consideração em um sistema de resolução de projetos que é variável, recursivo, caótico, aberto e. aplicação na proposta arquitetônica, estabelecendo reflexões e críticas para considerar a transferência da interdisciplinaridade em direção à complexidade na resolução de problemas criativos.

Palavras-chave: Ciências da Complexidade - Projeto Arquitetônico - diálogo disciplinar - Morfogenética Arquitetônica

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]
