

MORFOGÉNESIS Y PENSAMIENTO COMPLEJO

Morphogenesis and complex thinking

*JOSÉ LUIS GUZÓN NESTAR**

CES Don Bosco, Universidad Complutense de Madrid/ Madrid, España
jguzon@cesdonbosco.com
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1526-5058>

*OMAR EDUARDO CAÑETE ISLAS***

Escuela de Arquitectura Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile
omar.canete@uv.cl
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4762-3718>

*MILAN MARINOVIC PINO****

Universidad Pontificia de Salamanca, Salamanca, España
milan.marinovic@uv.cl
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2275-0027>

Forma sugerida de citar: Guzón, José Luis, Cañete, Omar & Marinovic, Milan (2020). Morfogénesis y pensamiento complejo. *Sophia, colección de Filosofía de la Educación*, 29, pp. 41-68.

-
- * Doctor en Filosofía. Doctor en Teología Dogmática. Diplomado en Cinematografía. Máster en Gestión Medio Ambiental. Ha sido director del Instituto Superior de Filosofía de Burgos (2006-2012), del Instituto de Pensamiento Iberoamericano (UPSA) (2013-2016) y del Instituto de la Familia (UPSA) (2013-2016). Ha dirigido numerosas revistas, entre las que destacan *Pensar y Educar*, *Familia y Educación y Futuro*. Su proyecto de investigación principal gira en torno al tema del tiempo en la filosofía y en la teología. Actualmente ejerce su magisterio en el CES Don Bosco, centro afiliado a la Universidad Complutense de Madrid, y en el Instituto San Pío X, de la Universidad La Salle, de Aravaca.
- ** Psicólogo. Magister Psicología Social. Docente. Profesor adjunto en la Escuela de Arquitectura. Taller de arquitectura de la Universidad de Valparaíso (Chile). Posee publicaciones en revistas indexadas relativas a epistemología de procesos creativos y morfogénesis en proyectos de arquitectura, ciudad y territorio, además de ejecutor responsable de proyectos de artes visuales.
- *** Doctor en Sociología. Autor del Modelo Sistémico Integrado de Gestión y de la Teoría del Cuerpo Social. Académico e investigador de diversas Universidades nacionales y extranjeras. Doctor Honoris Causa por L'Ecole de París, por sus aportaciones a las ciencias humanas.

Resumen

En el presente artículo se examinan los métodos de enseñanza-aprendizaje en la carrera de arquitectura (que entrañan procesos creativos complejos), apelando a experiencias mediadas y autorreguladas mediante el uso de morfologías como los fractales, los sistemas iterados, la modelización de patrones, el crecimiento, la fragmentación y la transformación diacrónica y escalar, según los niveles de complejidad procesal. Esto supone un marco abierto de asimilación desde los planos de expresión espacial, material, funcional, estético y de habitabilidad dentro de un continuo proyectual, regido por el principio de las formas puras, dictado fundamentalmente por la arquitectura moderna. Esto determina un nuevo y constante encuentro con el objeto morfológico-arquitectónico, que admite varias soluciones, variaciones e incluso inflexiones del mismo problema, de acuerdo a requerimientos y condiciones similares o cambiantes. Por todo lo anterior, se deriva como objetivo, revisar, inicialmente, lo que debemos entender como complejidad, para luego definir ciertos principios y niveles procedimentales, que actúan como meta-modelos, que se derivan del llamado Pensamiento Complejo, así como del Modelo MOSIG, y del diseño paramétrico actual en relación con la enseñanza, especialmente los procesos creativos. En una tercera parte, se debe ofrecer un material de referencia de algunas experiencias de enseñanza basadas en este tipo de modelo.

Palabras clave: Modelos mentales, crecimiento modular y proceso de fragmentación, diseño paramétrico, MOSIG, autorregulación.

42



Abstract

The present article reviews teaching-learning methods in the architecture career (involving complex creative processes), appealing to mediated and self-regulated experiences through the use of morphologies such as fractals, iterated systems, pattern modeling, growth, fragmentation and diachronic and scalar transformation, according to levels of procedural complexity. This supposes an open framework of assimilation from the planes of spatial, material, functional, aesthetic and habitability expression within a projectual continuum, governed by the principle of pure forms, foundationally dictated by modern architecture. This determines a new and constant encounter with the morphological-architectural object, which admits various solutions, variations, and even inflexions of the same problem, according to similar or changing requirements and conditions. Given the above, it is derived as an objective, to review, initially, what we have to understand as complexity, to then define certain principles and procedural levels, which act as meta-models, which derive from the so-called Complex Thought, as well as from the MOSIG Model, and current parametric design in relation to teaching, especially creative processes. In a third part, a reference material of some teaching experiences based on this type of model must be offered.

Keywords

Mental models, modular growing and fragmentation process, parametric design, MOSIG, auto-regulation.

Introducción

La expresión ‘Teoría de la Complejidad’ aparece por primera vez hace más de veinte años, en un artículo publicado en *Scientific American* (1978), pero el nacimiento de un ‘pensamiento de complejidad’ ocurrió mucho antes, al final de los años cuarenta. Los estudiosos de la cibernética (Wiener, Weaver, Ashby, von Foerster) y la teoría de la información (von Neumann, Shannon, Marcus, Simon) fueron los primeros en afrontar la complejidad. A ellos se han añadido, a lo largo de los años, pensadores de

todas las disciplinas. En 1984, mientras en el Viejo Mundo el nacimiento de la nueva epistemología fue ratificado por una serie de conferencias internacionales ('La ciencia y la práctica de la complejidad' en Montpellier, 'El desafío de la complejidad' en Milán). América inmediatamente se convertiría en el centro internacional más importante de estudios de complejidad, particularmente el Instituto Santa Fe. Actualmente, como señala Doyne Farmer y Sidorowich (1987), la teoría de la complejidad es aún muy fragmentaria y se asemeja a la teoría de la termodinámica en la primera mitad del siglo XIX, cuando los científicos comenzaron a tener una idea de los conceptos básicos, pero aún no se habían perfilado todas las cuestiones y no había consenso en la comunidad científica.

Se puede definir la teoría de la complejidad como el estudio interdisciplinar de sistemas adaptativos complejos y de los fenómenos emergentes asociados con ellos. Ya que estamos hablando de sistemas complejos, puede parecer obvio que la complejidad es una propiedad objetiva e intrínseca de ciertos sistemas. De hecho, según los teóricos más destacados, la complejidad de un sistema no es tanto una propiedad de dicho sistema, sino una propiedad de la representación científica actualmente disponible del sistema, es decir, del modelo del sistema, o más exactamente, ya que siempre es el observador del sistema quien construye un modelo, una propiedad del sistema que consiste, según Le Mogne (1999) en: (a) el observador que construye el modelo y (b) el modelo en sí.

Adoptar esta perspectiva es un paso audaz, porque significa abandonar el objetivismo de la ciencia clásica, es decir, la concepción del ser como un conjunto de objetos manejables y medibles, sometidos al dominio teórico y práctico del sujeto humano, y desde un punto de vista relacional hacia el ser. Desde este nuevo punto de vista, según Gell-Mann (1995) se entiende por sistema complejo, un sistema cuyo modelo actual disponible, construido por el observador del sistema, es complejo. Es evidente que la complejidad, así entendida, adquiere una dimensión puramente histórica: los modelos cambian con el tiempo y lo que hoy se representa como un complejo puede no ser el mañana, o viceversa. ¿Pero cómo evaluar la complejidad de un modelo? El modelo científico de un sistema es una descripción no redundante del sistema en cuestión; y la complejidad es la longitud de esta descripción. En resumen, uno puede definir la complejidad de un sistema como la longitud mínima de una descripción científica de él, obviamente realizada por un observador humano (Gell-Mann, 1995).

Hay algunas características comunes a todos los sistemas complejos, que se pueden sintetizar en los siguientes puntos:



- Muchos componentes más o menos complejos: en general, cuanto más complejos son los (sub) sistemas que lo componen, más complejo es el sistema en su conjunto; en los sistemas más complejos, los subsistemas (es decir, los componentes) son a su vez altamente complejos; los componentes pueden ser *hardware* (moléculas, procesadores físicos, células, individuos) o *software* (unidades de procesamiento virtual).
- Interacciones entre componentes: los componentes interactúan al pasar información (en forma de energía, materia o información digital); la cantidad de conexiones y la presencia de subestructuras recursivas y circuitos de retroalimentación (los llamados anillos) aumentan la complejidad del sistema, pero la información que intercambian los componentes no puede ser demasiado numerosa (de lo contrario, el sistema se vuelve caótico), ni demasiado escasa (el sistema cristaliza).
- Ausencia de una jerarquía piramidal: si solo hay un componente que, por sí mismo, gobierna el comportamiento del conjunto, el sistema no puede ser complejo; de hecho, su descripción puede reducirse fácilmente a la del subsistema principal.

El presente artículo se propone focalizar el tema de la complejidad en el estudio de gradientes y procesos de fragmentación escalar en la formación de tejidos y paisajes modulares. La filosofía y la historia de la ciencia se alían para ver cómo afrontar este reto de un modo interdisciplinar o transdisciplinar, siempre desde la perspectiva del Pensamiento Complejo (Morin, 2008).

Modelaciones transformacionales

En el estudio de la forma destacan dos elementos propios del pensamiento contemporáneo, que constantemente re-aparecen en el debate estético:

a) Según autores como Martín López (1970) y Marinovic y Limone (1995), la distinción y posible integración, entre modelos diacrónicos y sincrónicos de representación dentro de marcos, que según Marinovic, Glaria y Marinovic (2017) son susceptibles de experimentar una variedad más o menos amplia de transformaciones. Estos planteamientos fueron expuestos por autores como Piaget (1969), desde el estructuralismo de los años 60, para quien la noción de estructura transformacional, constituye el eje del desarrollo cognoscitivo, en tanto dimensión adaptativa, por lo que, ya en sus últimas décadas, se habría de dedicar a la dimensión dinámico-funcional de la estructura, donde el análisis estructuralista dia-

crónico es insuficiente, en tanto mera identificación y caracterización de períodos, sub-períodos y estadios, y más bien debe abordarse desde su alcance más profundo, pues, todos estos períodos, en su conjunto, constituirían un proceso de equilibración sucesivo, es decir; al alcanzar un equilibrio dinámico, donde la estructura previa se integra en un nuevo sistema en formación hasta un nuevo equilibrio más estable y con un campo más extenso o nuevo estadio (Piaget, 1969; Labra, 1995; Labra, Quezada, Cañete, Basaure & Mora, 2000). Resulta básico entonces, destacar, siguiendo a Labra (1995) que si bien:

Cada estadio se caracteriza por la aparición de estructuras originales, cuya constitución global lo distingue de las anteriores estructuras, cada período también se destaca por comportar una serie de características momentáneas, que van siendo modificados por el posterior desarrollo en función de las necesidades de una mejor equilibración (p. 4).

Esta continuidad evolutiva de las estructuras cognitivas, requiere entonces de una continuidad analítica, que expliquen el cambio de estructuras. En este punto de la explicación piagetiana, cabe remitirse a Inhelder, García y Voneche (1981), para comprender la complementariedad del análisis estructural con una enfoque y análisis funcional:

Es evidente que un análisis estructural tal recabe su complemento: un modelo que dé cuenta del cambio. En efecto, Piaget no se limita al marco de un análisis estructural de los estados de equilibrio; su interés se centra sobre todo en el paso de una forma de equilibrio a la siguiente, es decir, sobre los mecanismos de superación de estructuras antiguas por la construcción de estructuras nuevas (p. 11).

Se puede decir que estos planteamientos han sido el referente sobre el cual se ha instalado el problema de la emergencia fenoménica a partir del conexionismo. Estas nociones se extienden incluso a los conceptos de escala, no solo espacial, sino temporal, pues un objeto en transformación escalar, puede ser descrito de diversos modos según la escala con que se lo observe o modele. Por ende, la noción de escala, se convierte en un puente hacia el campo fenoménico, generado a partir de la noción de operación y estructura dinámica o en equilibración.

Subyacente a lo anterior, aparece el problema de la temporalidad, expresado en conceptos como evolución e historicismo (Prigogine & Stengers, 1992; Marinovic, 1995; Guzón, 2002), en relación al problema del conocimiento y el contexto histórico, también resultan pertinentes en el plano estético, desde diversas confluencias en relación a los modelos

asociados al estudio del espacio y el tiempo físico, desde dinámicas cambiantes que emergen a partir de las llamadas estructuras disipativas en constante transformación, pero que presentan, según Prigogine y Stengers (1992) y Guzón (2002) una sorprendente meta-estabilidad. Como señalaban estos autores, respecto de su obra *La nueva alianza* (1979):

Exponíamos allí la inversión del paradigma clásico que identificaba crecimiento de Entropía con evolución hacia el desorden. Describíamos el papel constructivo de los fenómenos irreversibles y los fenómenos de auto-organización que tienen lugar lejos del equilibrio (p. 10).

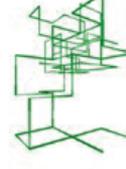
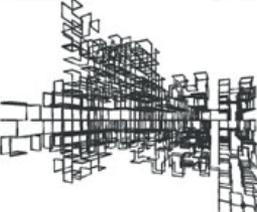
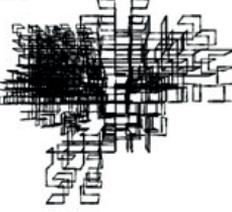
Esta meta-estabilidad de las dinámicas y procesos lejanos del equilibrio apuntaría, según este autor, a que el tiempo finalmente, es irreversible, y por tanto le lleva a revalorar la noción de un tiempo fenomenológico-existencial que apunta: hacia la necesidad de superar la negación del tiempo irreversible, negación que constituye la herencia legada por la física clásica a la relatividad y la mecánica cuántica (p. 12).

b) Así, por un lado, en la actualidad, pareciera haber un relativo consenso, en que la fenomenología de cuerpo presente, siguiendo a autores como Francisco Varela y Evan Thompson (2000) respecto del fenómeno denominado como emergencia, observado y descrito en modelos de corte conexionista en las redes neuronales, y que permite, según autores como Flores y Soto (2007) en Ibáñez Cosmelli (2007) acercarse a la comprensión de los procesos de conciencia. En este marco, la noción de imagen mental, juega un rol más bien modulador dentro de los modelos propios de corrientes cognitivas funcionalistas y la psicología cognitiva en relación al problema de la intencionalidad. Se instala y refuerza así, un debate nosológico derivado de la noción de esencia, asociadas al atributo de atemporalidad y universalidad mnemológica, en contraste a la temporalidad material e histórica propia del debate existencial. Como consecuencia, la noción de transformación e interacción generativa del saber y las prácticas culturales derivadas de ello, más aún en contextos de globalización y asimilación de nuevas tecnologías a la vida cotidiana aparece como relevante y contingente (López, 1970). Más aún, esto ha revitalizado las posturas neuro-fenomenológicas en función de la actuación (enacción, en términos de Varela, 1999) y emergencia en el actuar en el mundo, de los diversos tipos, grados y modos de hacer consciente la actividad del sujeto, en su flujo vivencial. En este marco, los planteamientos de la fenomenología, conciencia, virtualidad de la vivencia, semiosis y morfogénesis, aparecen como claros elementos de lo que podríamos llamar principios (mediadores generativos y activos) de individuación



entre las categorías universales y particulares propios del debate entre estructura y función (y entre esencia y existencia).

Figura 1
Modelos de crecimiento formal propio de lenguaje de funciones iteradas (L-Systems)

FORMULA LSYSTEM	Formato *.JPEG	Descripción	Figura formato *.JPEG
L-System /Mutator - lj Lapre 3 90 10 A A=B+F @		L-System /Mutator -- lj Lapre 2 90 10 A A=B-F+ B=A^F^B-F+^A^F^A&(90) @	
# recursion depth= 3	# recursion depth = 4	recursion depth = 5	recursion depth = 5
			
L-System Parser/Mutator -- 6 90 4 A=B+F+ B=A^F^B-F+C^F^A&(90) C=B(90)FA&(90)F^C+F+B^F^A > @		L-System Parser/Mutator -- 10 90 4 A=B+F+ B=A^F^B-F+C^F^A&(90) C=B(90)FA&(90)F^C+F+B^F^A> @	
Formula	Vista lateral	Vista inversa	
# -L-System Parser/Mutator lj Lapre 4 # recursion depth 90 # angle 10 # thickness as % of length A A=B-F+CF^C+F-D&F^D-F+&&CF^C+F+B B=A&F^C^B^F^A^D^A-F-D^A F^B F^C^F^A>> C= D^A F^B- F+C^F^A&&FA&F^C+F+B^F^A^D>> D= CFB-F+B FA&F^A&&FB-F+B FC>> @			

Fuente: Cañete, 2014

c) Por último, hay que referirse a diversos planteamientos, que, en parte derivado de las posturas deconstructivistas, articuladas inicialmente como crítica a los sistemas funcionalistas y estructuralistas, en tanto sistemas globalizantes, va a revitalizar el tema de los modelos lingüístico-cibernéticos propio de los 60 y 70 pero desde una perspectiva post-moderna y en muchos sentidos prefigurar rápidamente la hipermodernidad

(Baudrillard) que autores como Koolhaas (2000) van a desarrollar en su célebre libro 'Mutaciones'. La metáfora del lenguaje ahora ya no busca ni queda supeditada al tutelaje de los modelos desarrollistas que buscaban el progreso continuo, y que apelaban a metáforas de crecimientos transformacional y/o modular, para su implementación. Más bien, el impacto de las posturas deconstructivistas permite aquilatar y abrir el campo de una reflexión creativa, hacia nociones como porciones, a modo de pedazos, fragmentos y tramas parciales o incompletas, que pudieran ser eventualmente partes de encadenamientos mayores, pero que en sus potenciales re-combinatorias y generativos de alteridades, escenarios y proto-realidades alternas juegan un rol fundamental. Estas reflexiones ofrecen rápidamente un marco para lo que va a ser el llamado diseño generativo, y hoy llamado diseño paramétrico, donde la noción algorítmica-operacional, articulada ahora en metalenguajes operativos que privilegian deformaciones, amplificaciones y saltos de escala, de corte diagramático-paisajístico, que permiten configurar redes y tramas cambiantes y dinámicas, altamente reversibles y combinables.

Está claro que el desarrollo de la llamada morfogénesis, resulta más afín a este marco de desarrollo.

A continuación se revisarán algunos elementos fundamentales en este marco morfológico de análisis.

Estética y morfogénesis

Es interesante destacar que en el arte, especialmente en la pintura (el llamado cubismo dinámico, el futurismo, el arte moderno, la pintura abstracta, el materismo, el expresionismo abstracto, el minimalismo, el arte computacional virtual o gráfico, el arte cinético, etc., entre tantos otros), se plantean de disímiles maneras al respecto, no solo desde los principios y rasgos que se postulan como eternos e inmutables atribuibles a lo estético, sino desde concepciones donde destacan las propiedades de divergencia, evolución, deterioro, fugacidad, auge, degradación, caída, en otras palabras, transformación y mutabilidad del saber y goce estético en la praxis plástica.

En este escenario, un eje de debate de particular importancia se ha generado con el surgimiento y consolidación de modelos y geometrías como las teorías del caos, los fractales, los pliegues n-dimensionales, redes neuronales, y tantos otros, usualmente asociados a las llamadas Teorías y modelos de la Complejidad (Morin, 1980; Oyarzún 2000; Cañete 2014) que relativamente ha estado ausente del debate de primera línea, destacando diversos autores que han relevado la importancia del arte y las



aprehensiones estéticas en la cultura y el conocimiento (Jay, 2003; Oyarzún, 2000).

En este marco, desde nuestros planteamientos, ofrecemos, algunos elementos de reflexión del problema del fragmento y la trama como marco de relativa confluencia escópica, en palabras de Martin Jay (2003) en la época post-moderna entramabas polaridades usualmente asociadas a uno u otro polo del debate (esencial/existencial; temporal/atemporal; mnomológica/contextual) y que se funda en una suerte de acto creativo que define parte del pensamiento contemporáneo, al confrontar, por un lado, los elementos expresivos mínimos de la pintura abstracta (el punto y la línea como señala Kandinsky) con la imagen y comprensión del mundo natural inagotable y diverso, aún inexplorado por la mente científica (lo que Oyarzún (2000), ha denominado sinapsis de los imposibles) y que se abordará a continuación.

El estudio de las formas irregulares y la formación de modelos

Desde el punto de la modelación morfológica contemporánea, el impacto de las llamadas Teorías de la Complejidad (expresado en nuevas geometrías como los fractales) ha revitalizado el estudio de morfologías y transformaciones morfológicas a escala, generando un amplio campo de exploración que genéricamente se denomina como el estudio de las 'formas irregulares'. Como señalara el destacado matemático Benoît Mandelbrot (2000):

La geometría euclidiana es incapaz de descubrir la forma de la nube, una montaña, una costa o un árbol, porque ni las nubes son esféricas, ni las montañas cónicas, ni las costas circulares, ni el tronco de un árbol cilíndrico, ni un rayo viaja en forma rectilínea. Creo que muchas formas de la naturaleza son tan irregulares y fragmentadas que la naturaleza no solo presenta un grado mayor de complejidad, sino que ésta se nos revela completamente diferente (p. 9).

En consecuencia, esto presenta un desafío para el estudio de las formas, cual es:

... la morfología de lo amorfo. En respuesta a este desafío, concebí y desarrollé una nueva geometría de la naturaleza y empecé a aplicarla a una serie de campos. Permite describir muchas de las formas irregulares y fragmentadas que nos rodean, dando lugar a teorías coherentes, identificando una serie de formas que llamo fractales. Algunos conjuntos fractales [tienen] formas tan disparatadas que ni en las ciencias ni en las artes he encontrado palabras que lo describieran bien (Mandelbrot, 2000, p.10).

Un punto de partida surge entonces, en la progresiva disolución de límites en las operaciones entre ciencia y arte, especialmente en el ámbito de la modelación virtual, donde, como señala Oyarzún (2002): la diferencia epistemológica entre las estrategias de búsqueda en la ciencia y en el arte no es, en modo alguno, irreconciliable (p. 65), y forman parte de lo que hoy entendemos incluso como nuestro 'régimen escópico' (Jay, 2007) que hace verosímil a la coincidencia lo que se ve y lo que la época considera normal que se vea, que escapen a la normalidad, a la opinión, o al gusto de la época. Esta apertura y diálogo entre ciencia y arte, se produce en el campo del estudio de las morfologías, lo que nos hace retrotraernos a los planteamientos del propio Kandinsky a inicios del siglo XX, en relación a la importancia que veía en el estudio de las morfologías irregulares naturales para el arte, estableciendo un paralelismo y ámbito de confluencias entre ciencia y arte. Como expresaba Kandinsky (1993):

50



La aplicación de la línea en la naturaleza es rica y profusa. Solo un investigador, un científico podría llevar a cabo un estudio sobre este importante tema. Especialmente valioso para el artista sería advertir hasta qué punto el reino independiente de la naturaleza aplica los elementos básicos: que elementos aparecen, qué propiedades poseen y de qué modo se combinan. Las leyes de composición de la naturaleza se ofrecen al artista, no para ser imitadas, ya que la naturaleza tiene sus finalidades propias, sino para ser confrontadas con las del arte (pp. 110-111).

En consecuencia, esta noción de estructuras transformacionales, en donde no solo no da lo mismo una forma u objeto a diversas escalas, sino en diversos momentos y tiempos, fuera a pensar el espacio y el tiempo unidos a través de la forma y sus trans-formaciones. Es así como, tomando este amplio, dinámico y aún emergente campo, es posible indicar diversos momentos en su evolución histórica, donde se configuran el desarrollo artístico como teórico, desde el cual pueden articularse ciertos paralelismos entre principios, enfoques artísticos y científicos. En este contrapunto destaca tanto las expresiones pictóricas minimalistas y abstractas propias del arte moderno (pe. Kandinsky, Moholy-Nagy o Klee) como la matemática y morfologías como los fractales, los sistemas iterados o las teorías del caos (Lyndenmayer, 2000; Prigogine, 1999; Mandelbrot, 2000). En esta afinidad y confluencia, es posible afirmar que desde inicios del siglo XX hasta la actualidad se configura un campo de estudio de las denominadas morfologías irregulares, el cual ha pasado por diversas etapas (ver tabla 1). Un caso de estudio de estas formas irregulares, ha de ser casos como la formación de paisajes, *landscape*, texturas o

conglomerados morfológicos mayores (con propiedades escalares) pero que preserva una organización esencial, además de ser momentos de una transformación e interacción compleja continua.

Del módulo en transformación a la conformación de texturas y landscape

El estudio de las formas, siempre ha necesitado de ciertas metáforas que guíen su comprensión y asimilación. Destacados roles han sido asumidos por las imágenes del cristal (Marchant Fiz, 2008) o del árbol en crecimiento como eje de las transformaciones botánicas en la modelación de patrones iterados (Lindenmeyer & Przemyslaw, 2000), o recientemente la imagen del fragmento en transformación en los llamados, *fracture modeling* (Cañete, 2014). Como bien señala Bohm (1976) respecto al rol de la imagen como metáfora subyacente que guía una investigación:

El papel propio de la metafísica es el de la metáfora que suministre una comprensión perceptiva inmediata del orden y estructura globales de nuestros pensamientos. Es por esta razón, una clase de poesía. Quizás algunos individuos obstinados pongan objeciones a la intromisión de tal poesía. Pero, de la misma manera que Moliere hablaba del hombre “que hizo prosa durante toda su vida sin saberlo”, así, el hombre de espíritu práctico “hace poesía durante toda su vida sin saberlo”. El punto que quiero poner de manifiesto aquí es que todos nosotros comenzaremos a pensar con más claridad cuando de un modo franco y abierto admitamos que una gran parte del sentido común a ultranza y ciencia positiva es realmente una especie de poesía, que es indispensable para nuestro funcionamiento general (pp. 244-245).

Por otro lado, estas imágenes, suelen también plantear enigmas -como bien nos recuerda Aristóteles desde hace tantos siglos en su célebre *Poética*-, especialmente respecto de hasta dónde y cómo llevar a cabo, las últimas consecuencias e inferencias de tal metaforización. En este caso, se puede enfocar en el interés por la metáfora de la fragmentación como mecanismo asociado al estudio y modelación de los procesos de transformación, los cuales, especialmente a la luz de otra imagen moderna, de las “líneas rectas y puras”, propias de buena parte del arte moderno inicialmente, tal como el cubismo, la Bauhaus, el minimalismo, abstraccionismo, materismo, o diversas formas post-cubistas de tipo expresionista y de hibridaciones, entre tantas otras, las cuales han influenciado de manera decisiva el desarrollo del arte contemporáneo.



Destaca en primer término, a modo de antecedentes, señalar que primariamente, hemos de encontrarnos con el estudio de las llamadas “texturas”, propias del movimiento moderno, especialmente de corrientes como la Bauhaus, donde esto fue abordado inicialmente como una propiedad de las superficies de los materiales, cuya finalidad para el artista solo está dado en la medida de las posibilidades que su uso le permite a través de una biotécnica funcional. Así, inicialmente la textura es asimilada como una mera cualidad ornamental asociada al uso y sentido funcional del material de trabajo. La importancia del uso biotécnico se entendía asociada al uso funcional, destacando en instancias tales como el camuflaje, los coloridos ornamentales o el ensamble de capas en fabricaciones artesanales a fin de evitar alabeos o torsiones en la madera u otro material (Cañete, 2016b).

No deja de llamar la atención que pese a la importancia que asigna la Bauhaus en particular (y los formalismos y constructivismos en general) al estudio de los procesos compositivos y constructivos, no haya percibido en la textura un mecanismo generador de superficies, planos y espacios, como en el presente se la concibe y estudia, además de las propiedades anteriores. Posiblemente, el esfuerzo por evitar el problema del ornamento, solo les permitió valorarla (la textura) en sus propiedades funcionales en el diseño, tales como el camuflaje. Pareciera que el agotamiento del estructuralismo, su disolución en la post-modernidad, así como la persistencia de la fenomenología en diversos ámbitos, entre otros ismos, es lo que configura un campo transversal, donde poder valorar lo fragmentado o al menos, “en transformación”, como un ámbito punzante y constitutivo. En este nuevo escenario, las propiedades lingüístico-generativas de las texturas han dado paso a otras estrategias, como:

52



LA TENSION Y EQUILIBRIO DINÁMICO

DE CONFIGURACIONES PERCEPTUALES GESTÁLTICAS IRREGULARES

- Las transformaciones morfológicas asociadas a un Lenguaje de Patrones, asociado al estudio de Sistemas Iterados (Lindemayer, 2007) donde predomina la imagen metafórica del crecimiento, por un lado, y la imagen de fragmentación por otro.
- Las estrategias de Interaccionismo Emergente como en los trabajos de Prigogine (1992), Maturana (2000), Verela (2000), Thompson o Kauffman (2002).
- Las cualidades escalares propias de Procesos de Transformación Geométrica Compleja (Mandelbrot, 2000). En este campo, destacarán los intentos de conformar y articular metáforas

holistas, donde destacan las propiedades de similitud escalar o bien de diferenciación escalar, dentro de un mismo sistema

Figura 2
Cuadro comparativo de propiedades morfológicas en geometrías regulares e irregulares

Formas regulares	Formas Irregulares
Formas cerradas regulares	Formas abiertas conurbadas o fragmentadas
Geometría Euclidea, Poliedros (regulares y semiregulares)	Texturas, gradientes, fractales, landscapes, nodos y grafos, formas fragmentadas, etc.
Simetría, centrada en los procesos de cierre y equilibrio	Asimetría, centrada en los procesos de tención y ruptura del equilibrio
Centros únicos y definidos	Centros múltiples, centroides y no del todo definidos
Generadas mediante ecuaciones lineales	Generadas mediante ecuaciones no-lineales
Sin propiedades escalares	Con propiedades escalares
Asociadas a formas acabadas y definidas	Asociadas a formas inacabadas y en proceso de transformación

Fuente: Elaboración propia

Morfología y modelación digital en base a algoritmos

En el escenario actual, muchos de los nuevos modos de expresión plástica y estética aparecen asociadas no solo al uso de grafismos y morfologías, sino a la mixtura e integración polisémica interdisciplinaria, que progresivamente se integran y asimilan desde las posibilidades que ofrece el diseño digital contemporáneo. De este modo, junto al desarrollo de la computación y el consecuente aceleramiento en el procesamiento de datos, la modelación de morfologías se potenció por el salto cibernético-sistémico permitiendo incorporar los procesos de retroalimentación tanto positiva como negativa (iteración de funciones), como mecanismos amplificadores y deformadores de una señal o ruido inicial. Este paso fue decisivo para la conformación de geometrías como los fractales y el estudio de ecuaciones no lineales, al incorporar al bagaje algorítmico, las nociones de lenguaje y metalenguaje de funciones, actuando como mecanismo modulador en el diseño morfológico.

en su modelo MOSIG, que nos permite comprender ciertas relaciones inferenciales, en tanto transiciones entre planos y niveles de diseño.

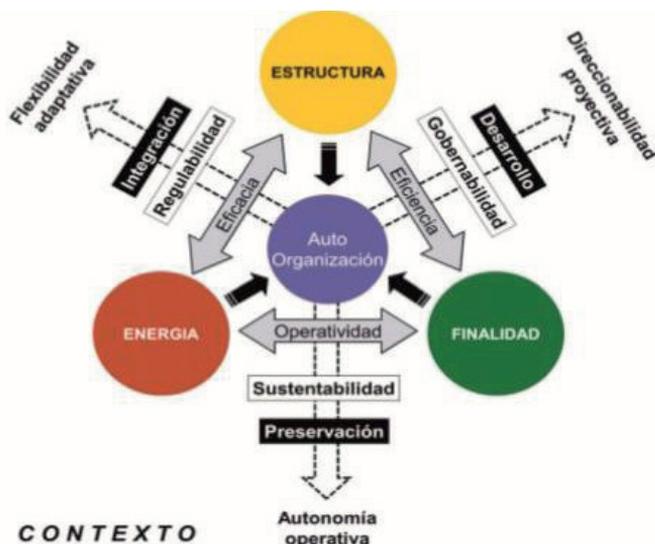
Antecedentes del post-estructuralismo

MODELO MOSIG

Según Vinet, Knock y Marinovic (1995) los sistemas sociales muestran los mismos aspectos de integridad, propio de los sistemas vivos o sistemas auto-organizados. Desde una perspectiva de simultaneidad (Visión Sincrónica) es posible identificar tres componentes fundamentales en un sistema auto-organizado, los cuales responden a las preguntas ¿con qué?, ¿cómo? y ¿para qué? Las respuestas a estas preguntas generan los componentes Energía, Estructura y Finalidad, respectivamente. Desde una perspectiva de sucesiones (visión diacrónica) estos tres componentes corresponden a las funciones primarias de preservación, integración y desarrollo, respectivamente.

Así, el modelo MOSIG distingue tres perspectivas adicionales: Visión Relacional (comportamiento del sistema), Visión de Estabilidad (estabilidad del sistema) y Visión de Contexto (acoplamiento del sistema y su entorno) (ver Figuras 1 y 2).

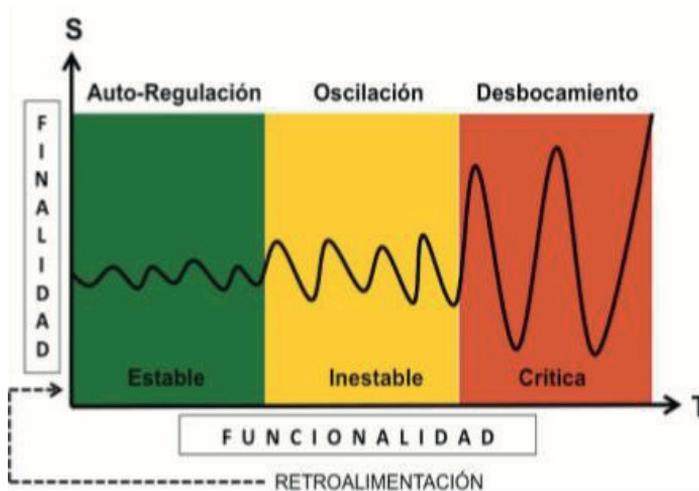
Figura 4
Modelo MOSIG



Fuente: Marinovic, 1993; 2013

Según Marinovic (2005, 2008), el comportamiento de un sistema auto-organizado se puede observar durante su acoplamiento con el contexto (entorno, escenario) en el que se encuentra inmerso. De esta manera, y tal como el contexto le da sentido al texto, durante este acoplamiento el sistema se comportará como a) estable, b) inestable o c) crítico de colapso (Fig. 5).

Figura 5
Estados de estabilidad e inestabilidad de un sistema



Fuente: Marinovic, 2009

De lo anterior, se ha abierto, como campo de exploración morfo-genética, de modelos que permitan comprender las transiciones de un sistema, donde predominan algunas de las variaciones y dimensiones sistémicas, sea la estructura, la función o el estado energético, en el sentido de poder entender las transiciones de fase o los pesos relativos y variables de cada dimensión dentro de la dinámica y proceso por el que atraviesa un sistema, en su adaptación y vinculación al medio. En cada una de estas transiciones y estados de fase, han de darse equilibrios dinámicos y generativos, lo que pone en problema del dinamismo y la creatividad al centro del debate, tanto dentro del cuerpo social, como de los modelos educativos (figura 8).

Según se aprecia, el modelo MOSISG; plantea no solo, la alter-nancia, continuidad y discontinuidad entre los planos de orden, azar y auto-regulación, de suma importancia dentro de un proceso creativo que se integre afectivamente al aprendizaje, sino, además, plantea preguntas

complementarias que deben ser abordadas desde la pedagogía y docencia, relativas a como se configura, dinamiza, visualiza, explica y mide cada intervención, las que remiten al sentido, finalidad, desarrollo, eficiencia, manejo y proyección del trabajo.

Figura 6
Niveles conceptuales-operacionales del modelo MOSIG

EXPRESIONES JERÁQUICAS		CONFIGURA Espacial	DINAMIZA Temporal	VISUALIZA Relacional	EXPLICA Estabilidad	MIDE Adaptabilidad
	Sistema Social	Coherencia Constitutiva	Coherencia Axiológica	Coherencia Operacional	Coherencia Funcional	Coherencia de Acoplamiento
	¿Para qué?	Finalidad	Desarrollo	Eficiencia	Gobernabilidad	Direccionalidad proyectiva
	¿Cómo?	Estructura	Integración	Eficacia	Regulabilidad	Flexibilidad adaptativa
	¿Con qué?	Energía	Preservación	Operatividad	Sustentabilidad	Autonomía operativa
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Visiones del Análisis Sistémico	Visión Sincrónica	Visión Diacrónica	Visión Relacional	Visión de Estabilidad	Visión de Contexto	
Perspectiva del Análisis Sistémico	Simultaneidad	Sucesiones	Comportamiento	Estabilidad	Acoplamiento	

Fuente: Marinovic, 2008

En este marco, se debe abordar, las posibilidades que ofrece las exploraciones morfológicas en general, y el diseño paramétrico, en particular, en tanto instancia procedimental, que pueda ser guiada e integrada desde procesos creativos, en nuestro caso, al campo de la enseñanza aprendizaje de la arquitectura, expresado en el diseño de modelos espaciales, pre-arquitecturales, que permitan integrarse posteriormente a grados mayores de elaboración, sujetos a estudios estructurales, funcionales, de emplazamiento, programáticos y finalmente, proyectuales.

Exploración morfológica y diseño paramétrico

Estas exploraciones relativas a la importancia de las texturas permiten una integración polifónico-operativa desde al menos tres frentes. Por un lado, permite re-plantearnos el problema del *objet-trouvé* surrealista o incluso duchampiano (asociado al estudio de las instalaciones y el llamado cubismo dinámico) respecto al encuentro subjetivo-objetivo con el azar como fuente del enigma estético. Por otro lado, esta concepción se ha de ver enriquecida con el minimalismo propio de la pintura abstracta y ar-

tistas computacionales gráficos (Atari, 2011). En un tercer frente, es el encuentro y devenir de estas influencias históricas con las morfologías virtuales reguladas por operaciones paramétricas, lo que genera un marco afin de exploración morfológica de nuestro estudio (Schumacher, 2008).

Este nuevo tipo de operaciones formales permite modelar morfologías basadas en procesos compositivos como: a) la discontinuidad y continuidad escalar del trazo, b) la conformación perceptual de líneas y superficies activas como efecto de la vectorización c) la conformación y gradación transitiva de interioridades y exterioridades morfológicas, d) las relaciones entre corte y forma planar y génesis del vacío en la proyección volumétrica, o e) la relación de tensión y equilibrio dinámico y transformacional entre patrones generativos en la naciente forma. Esto se detalla en algunos de estos puntos.

58

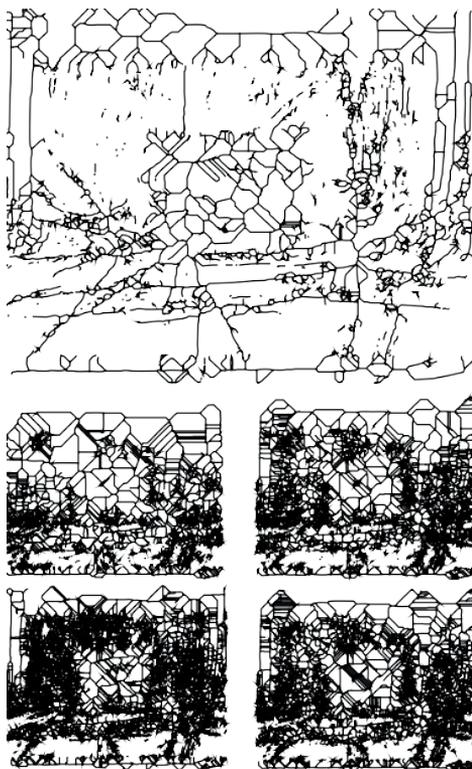


- La Triada: Orden Lineal-Complejidad-Azar. La inclusión de formas y relaciones irregulares ha ampliado el horizonte desde el cual se entendía la noción de orden, pasando de una concepción estática y preconcebida, a una noción cambiante y generativa. El orden lineal, es visto como parte, apenas un momento dentro de un continuo, con máximos niveles de completitud, delimitación, inclusión, orden y simetría, que convive con los llamados órdenes fuera del equilibrio o por fluctuación, generativos y transformacionales, propio de las Teorías de la Complejidad, donde predominan simetrías a escala parciales y cambiantes, con una gama de gradientes, texturas propias de las variaciones escalares como los fractales, los pliegues, bifurcaciones, catástrofes thomianas, conurbaciones y teorías del caos. De este orden complejo, se pasa al plano de las asociaciones y variaciones estocásticas, que tienden a la dispersión tanto temporal como espacial de cualquier sistema, donde la repetición discontinua de patrones o proporciones, es el modo más estable de armonía o simetría (más propia de los niveles anteriores). En este marco el azar aparece como límite más cercano a la desintegración sistémica, propia del desorden y neguentropía.
- El Estudio de las transiciones y las formaciones híbridas, de texturación y landscape. Las líneas fractales que se conurban y ramifican a escala, en procesos de fragmentación y formación de gradientes, permite el surgimiento de interacciones continuas con la forma y el entorno, a través de proporciones y tensiones entre planos y formas, alternando entre tramas com-

positivas regulares e irregulares. Lo anterior permite explorar compositivamente la mixtura y variaciones morfológicas desde la continuidad de la conurbación de la línea o trazo fragmentado, lo que permite apreciar las formas así creadas, en tanto tramas y figuras globales, que oscilan entre puntos de mayor o menor apertura o cierre gestáltico, van multiplicando, variando y alternando espacios de mayor o menor interioridad o exterioridad a la vez. El conjunto de esta evolución, es una fuente generadora de *landscape*.

Estos principios permiten replantear la clásica distinción entre formas regulares, concebidas como formas ideales, y la riquísima y aún poco sistematizada gama de formas y relaciones irregulares, usualmente concebidas como transformacionales e interactivas.

Figura 7
Vectorizaciones morfológicas progresivas con distintos factores de escala y gradientes en transformación



Fuente: Cañete 2012, 2016, 2017, 2018

METODOLOGÍA

Dado lo anterior, el autor ha trabajado en un modelo en base a los siguientes principios:

- Orden lineal y Orden de la Complejidad: El estudio de formas complejas ha ampliado el campo desde el cual se entendía la noción de orden, pasando de una concepción estática, a una mirada cambiante y generativa. generadora de configuraciones morfológicas irregulares nuevas.
- Morfología fractal: Esta dimensión será modelada mediante técnicas de vectorización de imágenes como el uso de lenguajes iterados, lo que resulta en líneas puras que se ramifican, tuercen y escalan en unidades morfológicas, manteniendo una coherencia compositiva global a partir del mismo trazo esencial minimalista.
- El estudio de tramas y texturas como formas transicionales en la transformación morfológica: Las líneas fractales, que generan tramas a través de la transformación a escala, permite la modelación de procesos de crecimiento o fragmentación, en base a interacciones continuas entre tramas regulares e irregulares, variando y alternando espacios de mayor o menor interioridad o exterioridad. El conjunto de esta evolución, se le puede identificar como una manera de *landscape* vectorial.



Siguiendo estos criterios, se generan tramas morfológicas minimalistas, que permitan el diseño de formas y espacios, con valor y sentido pre-arquitectural, que progresivamente, puedan ir asimilando y ajustándose a criterios arquitecturales, proyectuales, funcionales, de emplazamiento y otros, siguiendo niveles y momentos de complejidad y desarrollo.

Experiencias morfológicas de modelación procedimental

El estudio de este tipo de morfologías, aparece como el marco general para el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje de modos creativos en relación con el problema de la asimilación de la forma desde un marco pedagógico de enseñanza arquitectural, la cual, ha sido abordada por el autor, tanto en el plano docente, como en sucesivos proyectos de artes visuales financiados por FONDART Regional de Artes Visuales (Cañete, Bahamondes, López, 2012). De estas experiencias y ámbito de exploración morfológica digital se derivó a los siguientes principios de trabajo:

- Un enfoque general del tipo minimalista.
- Un enfoque generativo-transformacional.
- Un proceso relacional-configurativo, que abarque desde las nociones de modulo y ensamble hasta las nociones de paisaje y *landscape digital*.

Por su parte, desde el punto de vista pedagógico, se busca incentivar en el alumno, la exploración y expresión individual, sugeridas a partir de la propia exploración de formas modeladas. Eso nos permite distinguir niveles de complejidad morfológico-operacional por un lado y niveles de asimilación estético-arquitectural explorada por otro lado, intencionando modelaciones morfológico-espaciales orientadas, sea hacia; a). un sentido pre-proyectual y/o, y bien; b). un sentido morfológico-estético afín al punto anterior. Lo anterior, ha derivado en el siguiente modelo y metodología general de trabajo, usando, diversos materiales, en diversas experiencias y encargos desde el 2015, denominado: Minimalismo Generativo, cuyos principios formales están asociados a los mecanismos procedimentales (operatorio-algorítmicos) de crecimiento y fragmentación modular escalar definidos por Cañete (2017). En este marco, se plantea un modelo de trabajo para la modelación morfológica, de las siguientes características generales:

Modelación algorítmica mediada arquitecturalmente

El siguiente modelo de exploración compleja, puede resumirse en tres ejes, morfológico, algorítmico (procedimental) y arquitectural, y que simplemente se puede abreviar como MAA:

Complejidad Morfológica de la Trama: Esta complejidad va desde:

- Nivel del Módulo individual o grano.
- Nivel del Tejido, trama o *landscape*.

Nivel de Complejidad Algorítmica: Operaciones espaciales-morfológicas, tales como: llenos, vacíos, extrusiones, circulaciones. Estas representan dos niveles algorítmicos

- Operaciones de conjunto.
- Operaciones locales que afectan a módulos o sectores particulares.

Nivel de Complejidad Arquitectural: Un continuo de dos polos formales:

- Sentido pre-proyectual.
- Sentido morfológico y espacial, como expresión estética (incluye aproximaciones como instalaciones o intervenciones formales).

Lo anterior se resume en el siguiente esquema de complejidad pedagógica:

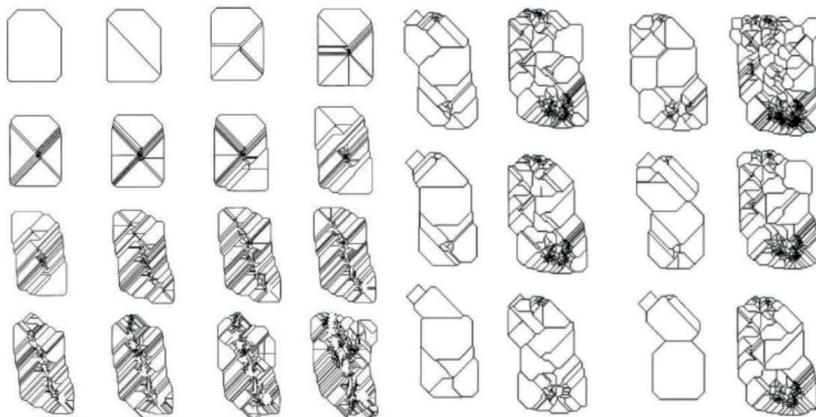
Figura 8
Modelo de trabajo, según tipo y complejidad de diseño

Tipos de modelación morfo-espacial		Nivel de complejidad pre-arquitectural	
Modelación morfológica en base a ecuaciones no-lineales y tramas vectorizadas e iteración de funciones	Diseño espacial en base a crecimiento y fragmentación de tramas modulares Diseño espacial en base a deconstrucción de volúmenes y ensambles modulares	Nivel 1: Incluye Variables como: a). Vacío y espacio arquitectural, b). Circulación, recorrido y promenade. c). Jerarquía y relación espacial entre volúmenes	Nivel 2: Incluye, además, variables como: a). Niveles y accesos, b). Sub-unidades (piezas morfológicas) c). encajes o ensambles modulares entre niveles.

Fuente: Cañete, 2018.

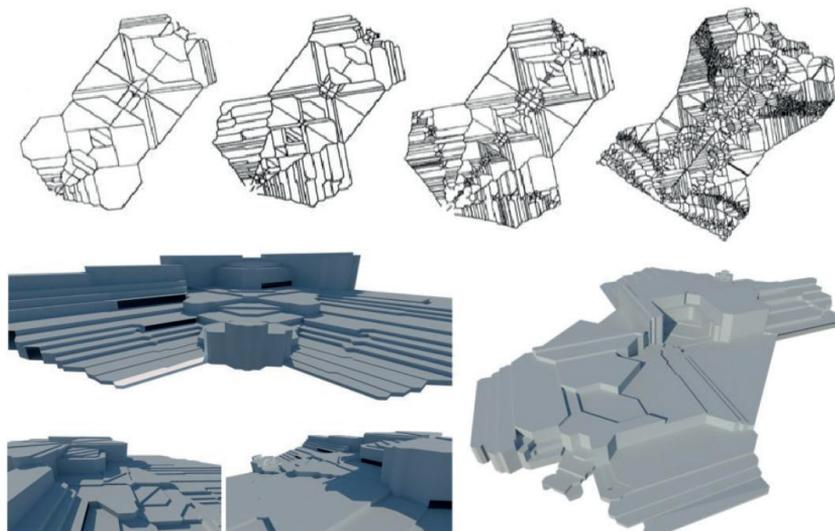
Este tipo de modelaciones morfológicas de texturas y tramas paisajísticas globales ha sido abordado en el marco del diseño y modelación paramétrica, y explorados por el autor, en sucesivos proyectos de artes visuales financiados por FONDART Regional de Artes Visuales. También se ha desarrollado como parte de los encargos propios del ramo de Fractales y del módulo de forma, en el Taller de Ciudad, en tercer y segundo año de la carrera de arquitectura de la Universidad de Valparaíso, respectivamente. Sin embargo, complementariamente a la formación de texturas paisajísticas, resultó interesante, además, como medio para explorar el proceso de transformación morfológica como lenguaje generativo (llevado al plano de la fragmentación y ensamble modular) y sus posibilidades en tanto metodología de exploración de intersticios, volúmenes, ensambles y relaciones entre módulos pre-arquitecturales, que la textura sugiere.

Figura 9 y 10
Estudios de formación de morfologías transformacionales
a la base de procesos de fragmentación y crecimiento modular vectorizados



Fuente: Cañete 2014, 2016, 2018.

Figura 11 y 12
Variaciones de configuración de módulos independientes,
generadas a partir de una trama modulares vectorizadas



Fuente: Elaboración propia.

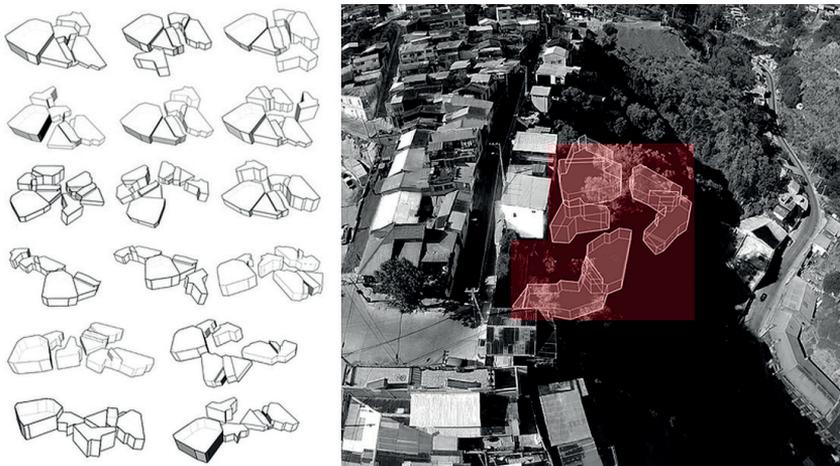
En este sentido, las experiencias se articulan como un método de exploración morfo genética que resulta generativa y creativa, propia del llamado pensamiento complejo, en tanto exige procesos de emergencia cognoscitiva, regulados por planos procedimentales, orientado a fines, pero desde planos y niveles meta-cognitivos que le permitan orientar el problema de la forma a un ámbito formal de modelación.

Más aún, este tipo de experiencias no admite necesariamente un resultado único, pudiendo y permitiendo diversas soluciones desde el punto de vista no solo morfológico, sino desde el plano meta-regulatorio de los criterios pre-arquitecturales a los que debe ajustarse. No obstante, esto se da como un proceso auto-regulatorio y generativo que le da una flexibilidad y robustez procedimental.

64
Φ

Figura 13

Exploración y emplazamiento de agrupaciones modulares en el territorio



Fuente: Cañete y Bravo, 2018; en revisión.

Conclusiones

El pensamiento complejo se ha ido desarrollando sobre diversas bases y principios elaborados y depurados durante el debate del siglo XX. Entre ellos, se destaca la convergencia de los principios transformacionales, propios del estructuralismo, que derivan en el estudio en procesos de modelación creativa y generativa, y no solo re-productiva, además de una creciente regulación y comprensión de estos procesos creativos desde

perspectivas y principios sincrónicos y diacrónicos de todo plano procesual-interactivo. A lo anterior se suman diversos niveles y formas de configuración de la información para generar campos emergentes, en base, a ajustes escalares del dato primario, en mecanismos de retro-alimentación generativa. Lo anterior permite poner en valor un nuevo rasgo, cual es, generar múltiples soluciones y vías, para condiciones iniciales similares de trabajo, aun cuando cumplan los mismos criterios de finalidad.

Un caso particular de estos procesos emergentes, lo ha constituido el estudio de patrones y morfologías complejas, como los fractales, los sistemas iterados o las teorías del caos, asimilados progresivamente en y desde campos y disciplinas en el arte en general y la arquitectura en particular, del cual se ha presentado algunos casos y experiencias docentes relativas a ellos. Lo anterior, claramente abre una creciente zona de confluencia entre ciencia y arte, propio del pensar interdisciplinario complejo, en el que esta era se abre paso vertiginosamente.

En el ámbito estrictamente disciplinar, desde el punto de vista de los contenidos y temas que cruzan el debate en la arquitectura, y desde el cual se asimilan el tema de las formas en general y los diversos modelos, corrientes, planteamientos que surgen en otras disciplinas, científicas o artísticas, ha sido el marco generado desde la arquitectura moderna, con el principio de formas puras que actualmente sigue teniendo un importante peso y vigencia proyectual. Esto ha condicionado a que el problema de las formas arquitectónicas, responden, no solo a su funcionalidad y capacidad sistémica de resolver o abordar los diversos planos proyectuales de una obra, sino más bien, hoy en día, como un criterio estético-depurador de las exploraciones morfológicas que, desde diversos autores, momentos y corrientes, se plantean continuamente, apelando a ella.

Dicho lo anterior, es importante destacar este aspecto de autorregulación del conocimiento y su generación, vinculada a procesos creativos, pues también la creatividad es parte de un proceso mayor que busca integrar y guiarse según criterios y soluciones a un problema, según diversas condiciones que deben ser elaborados, según niveles de complejidad. Por cierto, este enfoque permite no solo una nueva forma de aproximación a los planos relativos a la resolución de problemas, por un lado, sino a la creatividad subyacente en un enfoque que admite y posibilita diversas posibilidades de desarrollo y resultados, depurados desde su acto, en tanto procedimientos que actúan sobre una forma, siguiendo diversos criterios que regulan variables como el espacio, circulación y su integración con criterios proyectuales, estéticos, funcionales, etc. que van actuando, a modo de capas de trabajo en un proceso creativo.



Esto permite avanzar en el desarrollo de modelos de trabajo, a través de la noción de condiciones de un problema, regulado por el rol activo y mediador, del profesor o docente dentro de un proceso creativo. Para esto, es necesario preguntarse no sólo por el que, sino también por el cómo y el para que, de un proceso creativo, estableciendo, diversos niveles de interacción creativa, de un modo sensible a las condiciones, y especialmente a las transiciones y momentos de interacción entre un plano y otro, y las posibilidades abiertas que deja su constante exploración.

Por último, este tipo de aproximaciones, también abre un campo de auto-observación y regulación medida y mediada sobre los propios procesos creativos, por parte del alumno, al poder tener ejercicios pre-proyectuales, que le permitan tomar el peso, impacto y constante flexibilidad de un acto morfológico-espacial, desde una mirada en continua transición desde y hacia lo proyectual propiamente tal.

66



Bibliografía

BOHM, David

- 1976 Observaciones adicionales sobre la noción de orden. En C.H. Waddington *et al.*, *Hacia una Biología teórica*. Madrid: Alianza Universidad.

CañETE, Omar

- 2012 Composiciones Morfológicas. En Omar Cañete (Coord.), Catalina Bahamondes y Felipe Mateo López, *Exploraciones morfológicas digitales*. Valparaíso: Fondart/Garin.
- 2014 *Arquitectura, complejidad y morfogénesis*. Valparaíso: Editorial Universitaria.
- 2016a *El eidos de la forma*. Madrid: Editorial Académica Española.
- 2016 b Exploraciones morfológicas en texturas modulares. Aproximaciones desde el objettrouv  al diseño paramétrico. *Revista de Arquitectura*, 18(1), 76-97. Recuperado de: <https://bit.ly/2MpagQY>
- 2017 De tramas, fragmentos y paisajes Digitales: Morfogénesis y prototipos pre-arquitecturales. *Revista Academia*, XXII, (8)15. Recuperado de: <https://bit.ly/3gPWqVG>
- 2018 Ensamble Organum: Experiencia Docente en Arquitectura basada en Modelaciones Morfológicas según Criterios Algorítmico-Procedimentales. *Scientific*, 3(9). Recuperado de: <https://bit.ly/3drJ2oV>

CAÑETE, Omar & BRAVO, José

- 2018 (en revisión). *Minimalismo modular generativo. Variaciones morfológicas para una tipología emplazable en el territorio vernacular irregular de ciudades como Valparaíso*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

CAÑETE, Omar (Coord.), BAHAMONDES, Catalina & LÓPEZ, Felipe Mateo

- 2012 *Exploraciones morfológicas digitales*. Valparaíso: Fondart/Garin.

DRAVES, Scott & RECKASE, Erik

- 2008 *The Fractal Flame Algorithm*. Recuperado de: <https://bit.ly/2U3LURg>

- FARMER, J. Doyne & SIDOROWICH, John J.
1987 Predicting Chaotic Time Series. *Physical Review Letters*, 59(8), 845-848.
- FLORES GONZÁLEZ, Luis Manuel
2007 Posiciones fenomenológicas de la subjetividad humana. Hacia una reinterpretación de los pliegues de la conciencia. En Antonio Ibáñez y Diego Cosmelli, *Nuevos enfoques de la cognición. Redescubriendo la dinámica de la acción, la intención y la intersubjetividad*. Santiago de Chile: Universidad Diego Portales.
- GELL-MANN, Murray
1995 What is complexity. *Complexity*, 1(1), 16-19.
- GUZÓN NESTAR, José Luis
2002 *El nuevo estatuto del tiempo. Introducción al concepto de tiempo en Ilya Prigogine*, Salamanca: Universidad Pontificia de Salamanca.
- INHELDER, Barbel, GARCÍA, Rolando & VONECHE, Jaime
1981 Introducción a Piaget. En *Epistemología genética y equilibración*. Madrid: Fundamentos.
- JAY, Martin
2003 *Regímenes escópicos de la modernidad. Campos de fuerza. Entre la historia intelectual y la crítica cultural*. Buenos Aires: Paidós.
2007 ¿Parresía visual? Foucault y la verdad de la mirada. *Estudios visuales*, 4, 7- 22.
- KANDINSKY, Wassily
1993 *Punto y línea sobre el plano*. Barcelona: Paidós.
- KOOLHAS, Rem
2000 *Mutaciones*. Barcelona: Actar.
- LABRA SPRÖHNLE, Fabián
1995 *Descripciones fractales de procesos inferenciales en niños y adolescentes durante la creación de hipótesis tendientes a la solución de problemas*. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias Biológicas, mención en neurobiología y ciencias de la conducta. Santiago: Universidad de Chile.
- LABRA-SPRÖHNLE, Fabián, CAÑETE, Omar, QUEZADA, Ariel, BASAURE, Mauro & MORA, Pablo
2000 Análisis geométrico de la dinámica inferencial: De la infancia a la adolescencia. *Revista de Psicología*, (99), 45-60. Universidad de Chile. Recuperado de: <https://bit.ly/2zKy0fT>
- MARINOVIC, Milan
1995 *Análisis sociológico de los partidos políticos en Chile*. Tesis doctoral para la Facultad de Ciencias Políticas. Madrid: Universidad Pontificia de Salamanca.
- MARINOVIC, Milan, GLARIA, Antonio & MARINOVIC, Danitza
2017 Conference paper. Neurophenomenology of social tention: a theoretical framework for modeling prospective scenarios. *Proceedings of SAI. Intelligence System Conference*. Recuperado de: <https://bit.ly/2Y8PTgD>
- MARTÍN LÓPEZ, Enrique
1970 *La sociedad global*. Barcelona: Gráficas.
- MOHOLY-NAGY, László
1972 *La nueva visión y reseña de un artista*. Buenos Aires: Infinito.
- MORIN, Edgar
2008 *Introducción al Pensamiento Complejo*. Barcelona: Gedisa.

- OYARZÚN, Pablo
2000 *Anestésica del Ready-made*. Santiago de Chile: LOM.
- PIAGET, Jean
1969 *El Estructuralismo*. Buenos Aires: Proteo.
- PRIGOGINE, Ilya & STENGERS, Isabelle
1992 *Entre el tiempo y la eternidad*. Madrid: Alianza.
- PRIGOGINE, Ilya
1992 *¿Tan solo una Ilusión?* Barcelona: Tusquets.
- SCHUMACHER, Patrick
2008 *The Autopoiesys of Architecture*. Barcelona: GG.
- SOTO ANDRADE, Jorge
2007 La cognición hecha cuerpo florece en metáforas. En Antonio Ibáñez y Diego Cosmelli, *Nuevos enfoques de la cognición. Redescubriendo la dinámica de la acción, la intención y la intersujektividad*. Santiago de Chile: Universidad Diego Portales.
- VARELA, Francisco
1999 *Conocer*. Barcelona: Gedisa.
- VARELA, Francisco & THOMPSON, Evan
2000 *De cuerpo presente*. Barcelona: Gedisa.
- VINET, Raúl, KNOX, Marcela, MARINOVIC, Milan
2013 Tecnologías de información y comunicación. Complejidad y Educación. Nuevos desafíos y oportunidades para el aprendizaje de la farmacología. *Revista Farmacología de Chile* 6.

68



Fecha de recepción de documento: 4 de diciembre de 2019

Fecha de revisión de documento: 15 de enero de 2020

Fecha de aprobación de documento: 20 de marzo de 2020

Fecha de publicación de documento: 15 de julio de 2020