



# Análisis de los aspectos fenomenológicos y semiológicos en la arquitectura algorítmica-paramétrica

## *Analysis of the phenomenological and semiological aspects in Parametric-Algorithmic Architecture*

Aarón Tadeo Onchi Rascón , Alejandro José Peimbert Duarte , Jesús Antonio Ley Guing 

Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México.

**Autor de correspondencia:** Aarón Tadeo Onchi Rascón, Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México. E-mail: [onchia@uabc.edu.mx](mailto:onchia@uabc.edu.mx). ORCID: 0000-0003-2167-6758.

**Recibido:** 25 de Febrero del 2021

**Aceptado:** 21 de Abril del 2021

**Publicado:** 26 de Abril del 2021

**Resumen.** - *El presente artículo hace un análisis de los aspectos fenomenológicos y semiológicos inherentes en la Arquitectura computacional. Primeramente, desarrolla un estudio descriptivo y comparativo de los aspectos fenomenológicos y semiológicos en la metodología de diseño arquitectónico, a través de las teorías de los principales arquitectos referentes en el tema. Analiza la implementación de estos aspectos en la Arquitectura Algorítmica-Paramétrica (AAP). Finalmente, propone un diagrama metodológico con su implementación. El estudio realizado distingue cualidades de mayor compatibilidad que fricción en los aspectos analizados. Ejemplifica a través de los productos arquitectónicos de Kengo Kuma y las manifestaciones vanguardistas de diseño computacional llamado Discretismo, la afinidad latente entre estos enfoques. La metodología propuesta, muestra herramientas algorítmicas para generar producciones similares a través del entorno de programación visual llamado Grasshopper.*

**Palabras clave:** *Arquitectura computacional; Fenomenología; Semiología; Proceso de diseño; Arquitectura Algorítmica-Paramétrica.*

**Abstract.** – *This article makes an analysis of the phenomenological and semiological aspects inherent in computational architecture. It develops a descriptive and comparative study of the phenomenological and semiological aspects in the architectural design methodology, through the theories of the main referent architects on this topic. Analyze the implementation of these aspects in the Parametric-Algorithmic Architecture (PAA). Finally, it proposes a methodological diagram with its implementation. This study distinguishes qualities of greater compatibility than friction in the aspects analyzed. It exemplifies through the architectural products of Kengo Kuma and the avant-garde manifestations of computational design called Discretism, a latent affinity between these approaches. The proposed methodology shows algorithmic tools to generate similar productions through the visual programming environment called Grasshopper.*

**Keywords:** *Computational Architecture; Phenomenology; Semiology; Design Process; Parametric-Algorithmic Architecture.*



## 1. Introducción

La Arquitectura (occidental) a lo largo de su historia, ha mantenido una constante discusión entre los aspectos cualitativos y cuantitativos que la conforman. Esa tensión esencialmente ha sido producto del enfoque en el que se apoya la sociedad para dar sentido a todas las cosas que se encuentran alrededor, y a la perspectiva desde la cual se concibe y construye todo producto hecho por el hombre. Este escenario, tiene un carácter dialéctico y retórico epistemológico, que recae naturalmente en las concepciones filosóficas de las distintas épocas del desarrollo humano.

El punto de partida a esta discusión tiene origen en la conciencia y posturas alrededor del tema de la relación del hombre con las cosas; las cuales promovieron el establecimiento de las principales familias de la teoría filosófica clásica: el idealismo y el materialismo.

Mientras Platón situaba a los objetos como producto de la razón: “los objetos del conocimiento se reducen a esencias universales que son exclusivamente producto de la mente” citado por [1, p. 34], Aristóteles los comprendía como sustancias compuestas de materia y forma que hacen la realidad: “yo, por otra parte, valoro el sentido del tacto” citado por [1, p. 34].

En este sentido, y con una aproximación mayor al espacio y la belleza como unos de los principales valores de análisis de la Arquitectura, Platón concibió al primero a través de la geometría, la cual consideraba como su ciencia (idealismo), mientras que Aristóteles posteriormente desarrolló la teoría del “lugar” (topos) y definió al espacio como la suma de todos los lugares,

con propiedades cualitativas y dinámicas de dirección (materialismo) [2].

En relación a la belleza, el debate en la antigua Grecia no fue diferente, según Bloomer y Moore [1], “comenzó a debatirse el tema de la procedencia de las leyes que gobiernan nuestro sentido de belleza. Este debate llevaba necesariamente a intentar descubrir cuáles eran las funciones del cuerpo humano y de su aparato sensorial” [1, p. 35].

La tensión entre estas dos posiciones filosóficas ha sido reiterativa, sin embargo, a partir de la ilustración, se manifiesta enfocada en los conceptos de la razón contra los sentidos. Las motivaciones racionalistas de esa época impulsaron el escepticismo en la fiabilidad de los sentidos y a desconfiar de todo aquello que no fuera producto del pensamiento.

A partir de la fundación de las academias científicas, los debates entre los conceptos de “belleza” y la “función” emergen en la época Neoclásica y adquieren mayor intensidad en el Modernismo, así que se convierten en un referente de discusión de la vida arquitectónica postmoderna, y se mantienen aún latentes (o heredados) en la contemporaneidad.

No obstante, es posible encontrar en la arquitectura de Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto o Louis Kahn, proyectos modernos que manifiestan un equilibrio latente y sinérgico entre estos dos valores aparentemente contrarios.

A partir de las últimas décadas del siglo XX, como remanente de la tensión entre los sentidos y la razón, esta dicotomía ha adquirido en la creación arquitectónica, el carácter cualitativo de valorar los aspectos



fenomenológicos o semiológicos del espacio.

Es decir, la discusión se enfoca en dar mayor peso a los estímulos sensoriales generados por la experiencia del espacio arquitectónico ya creado (Materialismo), o en considerar más importante los estímulos de la mente y las relaciones del significado, que tienen su génesis en las ideas, en el concepto arquitectónico o en el diagrama, de una Arquitectura que aún no es realizada, que tiene una condición proyectada, virtual o inclusive digital-computacional (Idealismo).

El presente artículo analizará estos aspectos, a partir de referentes importantes en el tema como, Norberg-Schulz [2], [3], Bloomer y Moore [1], Peter Zumthor [4], [5], Josep María Montaner [6] y Peter Eisenman [7].

Paralelamente, los debates actuales en relación a la metodología de diseño arquitectónico, también evalúan en un marco más cuantitativo, si los productos que aprovechan la vanguardia de la tecnología computacional y robótica, deban surgir a partir de lógicas causales derivadas de la síntesis matemática y racional dominante en el movimiento moderno y la primer era digital de la Arquitectura, donde era necesario resolver problemas con poca información, o a través de métodos más intuitivos de búsqueda heurística de la inteligencia artificial y el *Big Data*, como auxiliares en la producción arquitectónica [8], [9].

Ante esta realidad contemporánea de analizar los valores dicotómicos anteriores, también es posible identificar en la actualidad expresiones arquitectónicas importantes con un carácter equilibrado o híbrido, donde las concepciones racionales o intuitivas relacionadas con la interacción

del hombre y los objetos, van de la mano en un comportamiento sinérgico y recursivo.

Es el caso de la obra de arquitectos contemporáneos como Herzog & DeMeuron, Sou Fujimoto, Toyo Ito, y en especial Kengo Kuma [10] que el presente trabajo analizará algunas de sus manifestaciones arquitectónicas como caso de estudio.

## 2. Análisis descriptivo de los aspectos fenomenológicos en la Arquitectura

El aspecto fenomenológico tiene un carácter filosófico y epistemológico fundamentalmente materialista, aunque mantiene una esencia humanista heredada desde las manifestaciones platónicas renacentistas y neoclásicas, se basa en el existencialismo y realismo específico.

Este enfoque se centra en la experiencia espacial y la repercusión que esta tiene en los sentidos, con una atención especial en el sentido háptico y la envolvente corporal como el parámetro de referencia para el análisis de las coordenadas psicofísicas, que funcionan como directrices en el entendimiento del espacio.

Es posible encontrar afinidades de referencia cruzada, compleja o Deleuziana con el modernismo y el postmodernismo; ya que, al tener un fundamento materialista, se enfoca en la realidad material y la comprobación de la experiencia espacial más que en la estructuración de conceptos; sin embargo, es guiada por aspectos cualitativos de la intuición y las apreciaciones sensoriales, que se aproximan a las motivaciones postmodernas.

También, a partir de este hecho, mantiene un carácter racional con una referencia humanista cercana al enfoque moderno. Según Montaner [6], las bases, teorías y principales exponentes arquitectónicos son:



La tradición del realismo ha evolucionado hacia el realismo específico de la fenomenología de los filósofos Edmund Husserl, Merleau-Ponty, Edith Stein y Gaston Bachelard y del existencialismo de Martin Heidegger y Hannah Arendt. Ello se ha conceptualizado en las teorías de Juhani Pallasmaa y Alberto Pérez-Gómez, y se ha expresado en las obras de Steven Holl, Glenn Murcutt, Peter Zumthor, Elizabeth Diller y Ricardo Scofidio, Tod Williams y Billie Tsien, entre otros. [6, p. 52]

Es importante agregar a los anteriores referentes, las aportaciones teóricas de Norberg-Schulz [2], [3], así como las de Bloomer y Moore [1], como una referencia relevante en la consolidación teórica de los aspectos fenomenológicos en la arquitectura. Ellos también posicionan a los arquitectos Alvar Aalto y Luis Barragán, como manifestantes pioneros de una Arquitectura que pone atención a los detalles que promuevan el estímulo sensorial.

Una descripción a fondo de las construcciones teóricas de estos últimos exponentes, pudiera ser estudiada a partir de considerar el análisis de los aspectos topológicos del espacio cognoscitivo y artístico de Norberg-Schulz [2], [3] y los aspectos de estímulos en los sistemas sensoriales de la experiencia espacial de Bloomer y Moore [1].

### ***2.1 Aspectos topológicos del espacio cognoscitivo y artístico de Norberg-Schulz***

Para el entendimiento de los aspectos topológicos, primero debe tenerse como referencia la definición de los distintos espacios que entran en juego en la percepción humana, los cuales son según Norberg-Schulz [2]: (a) el espacio pragmático, de la acción física, una función del instinto innato que es expresada y

comunicada a través de relaciones espaciales como arriba y abajo, delante y detrás, derecha e izquierda; (b) el espacio cognoscitivo, del mundo físico; (c) el espacio artístico, o creado para expresar la estructura del mundo imaginario; (d) y el espacio abstracto, perteneciente a las relaciones lógicas.

El espacio cognoscitivo descrito anteriormente, se encuentra conformado por (a) el espacio perceptivo y (b) el espacio existencial; el primero se refiere a la orientación inmediata y el segundo forma la imagen estable del ambiente que rodea al hombre, también de este último derivan dos aspectos que permiten describirlo a detalle: (a) el aspecto abstracto, que consta de esquemas de índole **topológica** y **geométrica**, y (b) el aspecto concreto que se refiere a la captación de “elementos circundantes” como: el paisaje rural, ambiente urbano, edificios y elementos físicos.

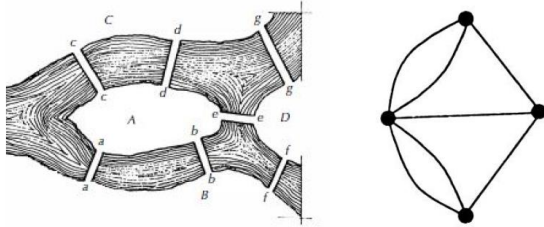
El espacio artístico, paralelamente se encuentra conformado por (a) el espacio expresivo, el cual se encuentra en manos de personas especializadas como constructores, arquitectos y planificadores; y (b) el espacio estético, estudiado por teóricos de la Arquitectura y filósofos. Ambos forjan una construcción abstracta para su descripción, y juntos consolidan el **espacio arquitectónico**.

Según lo anterior, como parte del espacio existencial, el análisis de la topología es fundamental en la comprensión de los esquemas de organización y orientación espacial, antes de determinar las condiciones geométricas que determinarán una morfología con carácter más específico (Figura 1). Según Tedeschi [11]:

**La topología** es el estudio de la relación entre las partes geométricas sometidas a



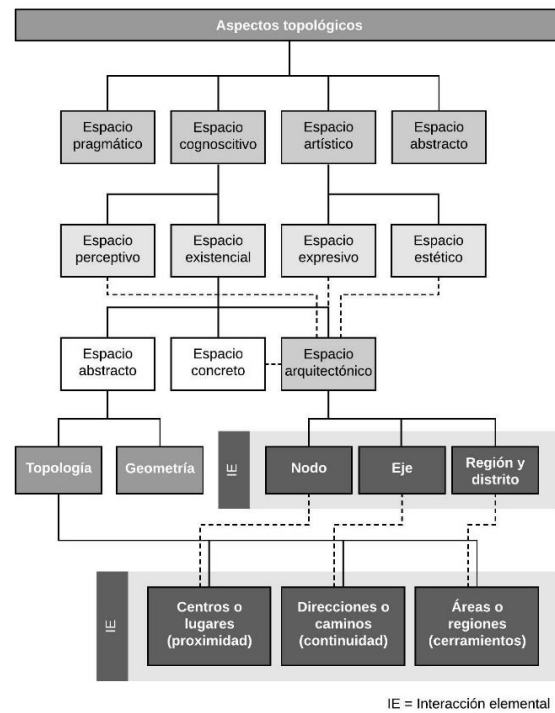
deformación. A diferencia de la geometría plana, el análisis topológico no requiere mediciones métricas o angulares; en cambio, el estudio de la topología se basa en la comparación de figuras [11, p. 411].



**Figura 1.** Diagrama de los siete puentes de Königsberg (izquierda) y Grafo de Euler como demostración topológica a los siete puentes de Königsberg (derecha) [12, p. 66].

Es posible describir para el estudio topológico (Figura 2) los esquemas elementales de organización como: (a) centros o lugares (proximidad), (b) direcciones o caminos (continuidad) y (c) áreas o regiones (cerramientos o cercados). “La topología no trata de distancias, ángulos y áreas permanentes, sino que está basada en relaciones tales como proximidad, separación, sucesión, clausura (interior-exterior) y continuidad”. [2, p. 20].

De la misma forma los elementos del espacio arquitectónico son: (a) lugar o nodo, se relaciona con los centros o lugares del espacio existencial, y se define como focos estratégicos en los que existen uniones de caminos o puntos de referencia externos al observador, y su función es indicar límites o direcciones; (b) camino y eje, con afinidad a las direcciones o caminos, se define como los canales a través de los cuales se mueve el observador, el eje organizador representa una dirección simbólica que unifica cierto número de elementos entre sí; (c) región y distrito, relacionado con las áreas o regiones, son las áreas que el observador puede penetrar mentalmente y son reconocibles por tener algún carácter de identificación común.



**Figura 2.** Aspectos topológicos del espacio cognoscitivo y artístico de Norberg-Schulz [2]. Elaboración propia (2020).

## 2.2 Estímulos en los sistemas sensoriales de la experiencia espacial de Bloomer y Moore

Para el análisis de los estímulos sensoriales de la experiencia espacial (Figura 3), en primera instancia, es importante definir la empatía como la transmisión de emociones o sentimientos acontecida a partir de la experiencia de los objetos. La empatía tiene un carácter meramente sensorial y no racional, se relaciona con el cuerpo y todos sus sentidos, y no específicamente con la vista (o con la mente).

El filósofo Robert Vischer [...] se refiere a ella como sentimiento más que como proceso mental [...] Al observar que también la experiencia de los objetos absolutamente abstractos podía despertar sentimientos [...] avanzó la hipótesis de que la empatía con los objetos tiene lugar



cuando se proyecta sobre ellos emociones personales. [1, p. 39].

A partir de la noción de la cualidad empática, la problemática de una desconexión entre el diseñador y su diseño adquiere mayor sentido. El debate relacionado con el desapego del diseñador con la percepción del espacio toma lugar en la ilustración, ya que es en ese momento cuando el sentido de la vista adquiere mayor relevancia sobre el resto de los sentidos y abre camino a la posibilidad de promover, por tanto, una falta de empatía sistemática con el espacio arquitectónico.

Como consecuencia del mecanismo fenomenológico de la empatía, es posible distinguir tres tipos de magnitudes al momento de percibir el espacio de una edificación, según Scott [13]:

En cualquier edificio pueden distinguirse tres cosas: la magnitud que realmente tiene (medida mecánica), la magnitud que parece tener (medida visual), y la sensación de magnitud que produce (medida corporal). Las dos últimas han sido muchas veces confundidas, pero la única que posee valor estético es la sensación de magnitud. citado por [1, p. 40]

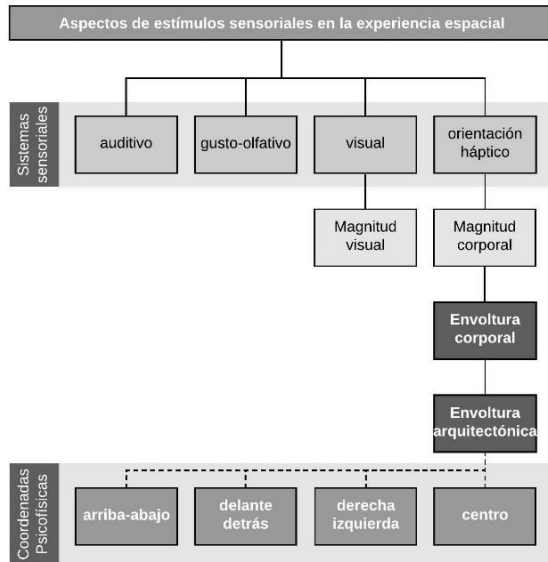
Así, es a través del conjunto de sistemas sensoriales (sistema visual, sistema auditivo, sistema gusto-olfativo, sistema de orientación y sistema háptico) propuestos por J. J. Gibson citado por [1], que la empatía es transmitida hacia las condiciones del espacio arquitectónico.

Es decir, la falta de empatía en el diseño de un espacio se produce por únicamente valorar el sistema visual, en lugar de considerar más importante el sistema de orientación y el háptico, que hacen trabajar al resto sinérgicamente.

El trabajo sinérgico de los sistemas sensoriales como principio organizativo, es determinado perceptualmente por la envoltura corporal, que marca una frontera entre el espacio personal, y el extra personal. “Se trata de una especie de barrera inestable sometida a la acción de los acontecimientos que producen tanto en su interior como en el exterior de la misma” [1, p. 55].

La percepción de los estímulos de la envoltura corporal es guiada por las **coordenadas psicofísicas** como **parámetros fenomenológicos**: arriba-abajo, delante-detrás, a la derecha-a la izquierda, así como a lo que se encuentra en el centro (el cuerpo). La noción de estas coordenadas puede adquirir una concepción ontológica:

Las coordenadas delante/detrás y derecha/izquierda son las que llevan más directamente a la definición de las cuatro coordenadas polares, Norte, Sur, Este y Oeste, mientras que los tres niveles verticales hacen referencia a las trilogías místicas, que en la cultura occidental están constituidas por el paraíso, la tierra y el infierno. [1, p. 52,53].



**Figura 3.** Estímulos en los sistemas sensoriales de la experiencia espacial de Bloomer y Moore [1]. Elaboración propia (2020).

### 2.3 La importancia de las cosas concretas y las atmósferas de Zumthor

Las apreciaciones fenomenológicas, recientemente se han visto alimentadas (y reforzadas) por la manera de entender la arquitectura de Peter Zumthor [4], [5]. Sus contribuciones teóricas se posicionan como parte de los argumentos de la contemporaneidad y tienen, por tanto, una connotación diferente a las de Norberg-Schulz [2], [3] y Bloomer y Moore [1], que son afines a las motivaciones de dinamismo, movimiento y complejidad arquitectónica del postmodernismo.

Con un posicionamiento más cercano a las ideas reduccionistas del movimiento moderno, Zumthor aboga por las cosas concretas y su naturaleza *per se*, con una aproximación a las características de la tendencia artística y arquitectónica minimalista. Aboga por una relación directa y materialista entre el hombre y el objeto, sin ninguna estructuración conceptual de por medio, más que la acontecida por la experiencia espacial y los estímulos

sensoriales afectados por la creación de una atmósfera espacial.

La realidad de la arquitectura es lo concreto, lo convertido en forma, masa y espacio, su cuerpo. No hay ninguna idea fuera de las cosas [...] La arquitectura es siempre una materia concreta; no es abstracta, sino concreta [...] Con mi trabajo contribuyo a que aparezcan circunstancias reales y creo determinadas atmósferas en el espacio que hacen que se despierten nuestros sentimientos. [5, p. 37,66,85].

Así, considera el proceso de diseño arquitectónico como una tensión entre el sentimiento y la razón, y le da al acto de proyectar el significado de inventar (o descubrir). Su metodología gira en torno a la suposición de imágenes que son producto de la ausencia, la melancolía y el recuerdo. Por otro lado, comprende a la belleza como una sensación, en el que la razón desempeña un papel subordinado (Figura 4).

El proceso de proyecto se basa en un continuo juego conjunto de sentimiento y razón. Por un lado, los sentimientos, las preferencias, las nostalgias y los deseos que emergen y que quieren cobrar forma deben examinarse por medio de una razón crítica. Del otro, el sentimiento dice si las reflexiones abstractas concuerdan entre sí. [5, p. 21].



**Figura 4.** Pabellón *Swiss Sound*. Hanover, 2000. Zumthor, P. [14] (tomado de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/pabellon-swiss-sound/>).

### 3. Análisis descriptivo de los aspectos semiológicos en la Arquitectura

Contrario al enfoque fenomenológico, los aspectos semiológicos en la Arquitectura tienen un carácter filosófico y epistemológico idealista (platónico), basados en la razón, en el desarrollo de las ideas y la construcción de conceptos a través del manejo de los diagramas como principal herramienta.

Colin Rowe primero me enseñó a ver aquello que no estaba presente en un edificio [...] quería que viera las ideas implícitas en aquello que estaba físicamente presente. En otras palabras, que me preocupara menos por lo que el ojo ve -lo óptico- y más por lo que ve la mente -lo visual-. [7, p. 16]

Sin embargo, paradójicamente parten de referencias romanticistas, organicistas y

surrealistas, que posteriormente se posicionan en referencias provenientes del empirismo radical del pragmatismo estadounidense y del expresionismo arquitectónico del siglo XX. Se valen de los símbolos y de los iconos para desarrollar un lenguaje de diagramas y metáforas complejas, con una clara influencia de los desarrollos epistemológicos de Deleuze y Guattari [15], [16].

Se trata de una Arquitectura en la que, como en los sueños, se superponen tiempos, materias y capas; unas obras que se relacionan con el entorno revelando estratos y elevando voladizos, y en el que cada detalle, a la manera del Romanticismo y el surrealismo, se individualiza, se independiza, toma vida y se repiensa de una manera nueva. [6, p. 27].

Es posible encontrar entre sus principales exponentes, a arquitectos como Frank O. Gehry, Thom Mayne (Morphosis), los experimentos futuristas de NOX, FOA con una notable herencia de Archigram y Future Systems; la arquitectura fragmentada de Peter Eisenman [7], Bernard Tschumi y Rem Koolhaas, que a la vez fueron influencia importante de los estudios de Arquitectura: Zaha Hadid Architects, MVRDV, UNStudio (Ben van Berkel), BIG (Bjarke Ingels).

La propuesta de arquitecturas hechas como *collage* de fragmentos, teorizada por Colin Rowe y Peter Eisenman a partir de la década de 1970, ha seguido desarrollándose hasta la actualidad. Tiene su máximo exponente en la prolífica obra de OMA, estudio liderado por Rem Koolhaas, y se expresa en gran parte de la Arquitectura holandesa actual. [6, p. 66].

Esta arquitectura de diagramas, conceptos y símbolos han sido una influencia importante para la eclosión de la arquitectura





computacional y su avance hacia las teorías y metodologías de la arquitectura paramétrica y algorítmica.

#### **4. Análisis de la condición semiológica y fenomenológica de la Arquitectura contemporánea**

A partir del previo análisis, es posible distinguir en la Arquitectura contemporánea una amplia reminiscencia del enfoque semiológico en su metodología de diseño, con una herencia proveniente de la ilustración a partir del establecimiento hegemónico de la razón sobre los sentidos en el desarrollo tecnológico y constructivo. Descartes, citado por [1, p. 35], uno de los representantes más importantes de ese movimiento, introdujo el sistema de coordenadas cartesianas u ortogonales espaciales; a partir de ello, consolidó una lógica que exigía significados objetivos, racionalizados bajo el yugo de la deducción y no de los sentidos [1], [2].

Es prácticamente la agenda racionalista la que marcó las directrices, no sólo para el Neoclasicismo, sino el camino hacia la modernidad. Bajo esta perspectiva, la razón y la lógica adquieren un valor mayor sobre los conocimientos no racionales provenientes de la percepción sensorial.

Es así como este paradigma cimbra las bases de la ciencia moderna causal, fundamentada en la síntesis matemática y diferencial, que brindaron mayor jerarquía e influencia social a las disciplinas ingenieriles, militares e industriales de la modernidad, así como las relacionadas con la computación en la primera etapa de la era digital contemporánea [8].

A pesar de que el objetivo de la ciencia moderna es afín a la posición materialista aristotélica del “ver para creer”, como una metodología donde la comprobación es

fundamental para la determinación de una verdad, se sustenta en una lógica no solo racionalista, sino también humanista, donde el camino para llegar a esa verdad es estructurado por la razón, las ideas, el pensamiento o la mente. Es decir, esta última afinidad se apega a la visión platónica idealista de comprensión de las cosas que se encuentran alrededor.

Estas relaciones paradójicas en el debate entre estos dos enfoques existen de manera constante. Por ejemplo, en un sistema social, económico y político de tipo imperialista, como lo fue la época medieval, sustentado por la religión y la nobleza, donde la espiritualidad y la teología jugaban un papel importante en las estructuras sociales desde una clara perspectiva idealista; con relación al arte, la postura era totalmente diferente, pues las manifestaciones eran intuitivas, con mayor cercanía al sentido háptico y mayor apego al cuerpo, a su escala como principio ordenador.

Fue entonces, cuando las cuestiones divinas y humanas encarnadas por la aristocracia y la iglesia se vieron desafiadas por los planteamientos de los ingenieros, militares e industriales, cuya influencia crecía. El paso desde lo que había sido la presencia del cuerpo humano como principio organizador -divino- de la Arquitectura a otro tipo de organización más mecánica de la misma se vio decisivamente impulsado por las argumentaciones (matemáticas) de Galileo. [1, p. 27]

Así, es posible verificar que estas relaciones dicotómicas se han reiterado de manera cíclica hasta la fecha. La época clásica era impulsada por la razón, sembró las bases de la filosofía y el arte era desarrollado bajo la matemática; en contraste la edad media, que se desarrolló a partir de la espiritualidad,



se impulsó artísticamente por la intuición y los sentidos.

Posteriormente el humanismo renacentista retoma la razón y el arte bajo la lógica de la precisión abstracta matemática; luego, tanto el manierismo como el barroco abrazan de nuevo a la creatividad espontánea, instintiva y corpórea. Es en el Neoclasicismo donde se desarrollan las bases de la democracia y la ciencia moderna, luego el Romanticismo busca romper ese paradigma a través de recuperar la importancia de los sentimientos, la pasión y la intuición; un conjunto de valores que parecieran alimentar y ser afines al carácter contestatario de la vida postmoderna.

Es importante mencionar que esta dicotomía cíclica no tiene un carácter lineal, sino es una estructura de mayor complejidad que muestra claras paradojas y contradicciones que hacen de su apreciación, un sistema rizomático más próxima a la epistemología y filosofía de Deleuze y Guattari [15].

El siglo XX comienza con transformaciones importantes en los modelos de vida de las personas a partir del avance tecnológico que la revolución industrial fomentó. Este periodo marco las pautas necesarias para que los medios de comunicación evolucionarán e impulsarán el desarrollo científico. El conjunto de estos fenómenos abrió paso a que se retomara la hegemonía del enfoque racional en un nivel radicalizado y paradigmático, que tuvo como cúspide el movimiento moderno.

Bajo la modernidad, el método científico se estableció como el modelo base para el desarrollo tecnológico. A pesar de que los medios de comunicación y la transferencia de información evolucionaron en ese lapso de tiempo, no fue hasta el inicio del siglo XXI que fueron lo suficientemente avanzados para tener un carácter de

accesibilidad inmediata y global, gracias a la tecnología digital y lo que hoy en día es conocido como el *Big Data* [8], [17].

Esta situación, condicionó el método científico de la modernidad a trabajar con poca información para resolver problemas complejos. Así, el racionalismo se mantuvo hegemónico sobre cualquier método sensitivo, intuitivo y heurístico, ya que era fundamental trabajar bajo la lógica matemática, abstracta y causal [8], [17], [18].

En términos de Arquitectura y Arte, la situación no fue diferente, el movimiento moderno fue el principal paradigma del siglo XX. A pesar de que el periodo culminó con movimientos contestatarios, la racionalidad fue la principal directriz para el desarrollo creativo del momento.

Ante esa racionalidad dominante, los aspectos semiológicos de la Arquitectura adquieren un valor importante en los principales exponentes de del movimiento moderno, los cuales siguen latentes en las manifestaciones arquitectónicas contemporáneas. El posmodernismo, como el principal antagonista del movimiento moderno, trajo de vuelta la necesidad de reflexionar sobre el valor de los aspectos fenomenológicos en la Arquitectura del siglo XXI.

Martin Heidegger, Michael Foucault y Jacques Derrida han expuesto que el pensamiento y la cultura de la modernidad no solo han continuado con el privilegio histórico de la vista, sino que han fomentado sus tendencias negativas. Cada uno a su manera han considerado el dominio de la vista en la era moderna como claramente diferente al de épocas anteriores. [19, p. 25] Los avances en la tecnología digital, así como el *Big Data* consecuente, también han permitido revalorar estrategias heurísticas e



intuitivas para la resolución de problemas complejos. Ya que la computadora, la inteligencia artificial y la robótica, se han convertido en medios autónomos importantes, que tienen la capacidad de recuperar información para resolver tareas inmediatamente, sin afectación en la economía de tiempo y costo [8], [18], [20], [21].

### **5. Sinergia entre los enfoques fenomenológicos y semiológicos de la Arquitectura de Kengo Kuma**

Como se expone anteriormente, al margen de la fricción existente entre los enfoques fenomenológicos y semiológicos en el desarrollo de la concepción arquitectónica, es posible distinguir arquitectos que han incorporado en su visión de diseño espacial estos dos aspectos de manera equilibrada y sinérgica, con una clara relación retroalimentativa entre los enfoques aplicados en la producción de sus propuestas arquitectónicas.

En este sentido, arquitectos modernistas-posmodernistas como Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto y Louis Kahn destacan por relacionar la razón y los sentidos de manera ejemplar e inclusive con cualidades canónicas, tal como manifiesta Peter Eisenman [7] en su libro *Diez edificios canónicos: 1950-2000*.

En la contemporaneidad, arquitectos como Herzog & DeMeuron, Sou Fujimoto, Toyo Ito, o Kengo Kuma [10], muestran con su Arquitectura que los aspectos fenomenológicos y semiológicos son recursivos e integrales, de tal forma que ambas consideraciones epistemológicas consolidan de manera holística el diseño del espacio de un producto arquitectónico. Por otro lado, todos estos últimos arquitectos mencionados, con excepción de Kengo Kuma [10], abrazan la arquitectura

computacional sin problema alguno y de manera enérgica.

En el seguimiento de esta lógica, un ejemplo claro y amplio de esta sinergia arquitectónica aplicada de los enfoques debatidos, puede ser apreciada en la arquitectura de Kengo Kuma [10], que retoma del pasado aspectos técnico-constructivos artesanales heredados de la tradición japonesa, y los reinterpreta en manifestaciones contemporáneas arquitectónicas.

Tal reinterpretación refleja una clara inquietud por integrar elementos arquitectónicos que, por un lado, sean representativos y análogos a símbolos tanto constructivos como culturales con un latente carácter histórico (semiología); y por otro, reflejen a través la combinación de elementos arquitectónicas, organización y manejo de los materiales, remembranzas de carácter cognoscitivo y existencial, relacionados con la tradición japonesa y su añoranza (fenomenología).

Kengo Kuma [10], recuerda con sus proyectos la Arquitectura artesanal e intuitiva, con un carácter de autoconstrucción, y la refleja a través de la disposición de elementos consecutivamente agregados de materiales blandos, frágiles y accesibles, que buscan constreñir la necesidad de una lógica técnica e industrializada guiada por la matemática y la ciencia (Figura 5, 6).



**Figura 5.** Pabellón CLT *Park Harumi*. Tokio, 2019. Kuma, K. [22] (tomado de <https://static.designboom.com/wp-content/uploads/2020/11/kengo-kuma-CLT-park-harumi-tokyo-japan-designboom-05.jpg>).



**Figura 6.** Pabellón *Climbable Wooden*. Paris, 2015. Kuma, K. [23] (tomado de [https://static.dezeen.com/uploads/2015/10/Yure\\_Kengo-Kuma-The-Galerie-Philippe-Gravier-dezeen-936-11.jpg](https://static.dezeen.com/uploads/2015/10/Yure_Kengo-Kuma-The-Galerie-Philippe-Gravier-dezeen-936-11.jpg)).

## 6. Implementación de aspectos fenomenológicos y semiológicos en la Arquitectura computacional

Terzidis [24] abre camino al desarrollo teórico de su libro *Algorithmic Architecture*,

y expresa que, a partir del traslado del uso de herramientas manuales a las computacionales en la Arquitectura, existe una preocupación en este el ámbito a nivel internacional por la posible pérdida de control de los arquitectos sobre sus propios diseños. Este planteamiento se dirige hacia una problemática de desconexión entre el diseñador y sus proyectos.

Aunque la respuesta a este problema la dirige a la manera de usar la inteligencia artificial de la computadora; profundizar en estas desconexiones y discernirlas tiene importancia en el desarrollo metodológico de la Arquitectura computacional.

Esta problemática, por tanto, se aproxima a una cuestión de desapego que puede recaer en distintos enfoques relacionados con el proceso de diseño y el uso de las tecnologías computacionales.

Un enfoque se relaciona con la falta de apego de la realidad arquitectónica desde la perspectiva de la experiencia física o material, con una connotación fenomenológica; es decir, una desconexión sensorial, especialmente háptica, que trae como consecuencia una falta de empatía espacial al momento de generar las variables tectónicas que repercuten psicofísicamente en el usuario de un proyecto.

Las imágenes por ordenador tienden a aplanar nuestras magníficas, multisensoriales, simultáneas y sincrónicas capacidades de imaginación al convertir el proceso de proyecto en una manipulación visual pasiva, un viaje retiniano. El ordenador crea una distancia entre el hacedor y el objeto, mientras que el dibujo a mano, así como trabajar con maquetas, colocan al proyectista en un contacto háptico con el objeto o espacio [19, p. 14].



Otro enfoque, derivado del anterior, se relaciona con la metodología arquitectónica y el carácter semiológico que puede tener, cuando se considera el diagrama como una herramienta fundamental en el proceso creativo y expresivo de diseño, con el fin de dar un fuerte valor a las ideas o conceptos para dar respuesta a los problemas.

Una visión idealista y predominantemente racional puede promover resultados alienados con el cuerpo humano, con probabilidades inconscientes de falta de apego a la realidad arquitectónica.

Los diagramas se han convertido en emblemas del cambio de siglo [...] Su versatilidad ha jugado a su favor, pero sus tentaciones conceptuales, abstractas y simplificadoras pueden conducir a procesos y resultados forzados [...] podemos valorar tanto su versatilidad y su capacidad de transmitir ideas, actividades, intenciones y complejidades como sus riesgos de caer en el formalismo y la arbitrariedad. [6, p. 91]. Estos enfoques, que evidencian una problemática con la arquitectura computacional, abren un debate en el que la solución depende del nivel logrado de equilibrio y sinergia entre los aspectos fenomenológicos y semiológicos anteriormente descritos en el desarrollo del espacio arquitectónico.

Una aproximación metodológica consolidada, en la que se incorpore el análisis de los aspectos fenomenológicos y semiológicos como consideraciones importantes en el proceso de diseño arquitectónico con enfoque Algorítmico Paramétrico (AP), es el propuesto por Patrik Schumacher [25], [26] en los títulos *Autopoiesis of Architecture Vol.I: a new framework for architecture* y *Autopoiesis of Architecture Vol.II: a new agenda for architecture*.

En ellos define el marco teórico y metodológico del “Parametricismo”, una tendencia de diseño que tuvo fuerza en la primer era digital de la arquitectura, etapa denominada por Carpo [8] en su libro *The Second Digital Turn: design beyond intelligence*.

Schumacher describe a la Arquitectura como un **sistema de operaciones, procesos y estructuras de comunicación**, que consolidan una agenda para calificar **condiciones de organización y articulación** en el proceso de diseño, para de esta forma ejercer relaciones físicas (en relación con la organización) y relaciones cognitivas (relacionadas con la articulación). Las primeras relaciones analizan **los patrones** y las cognitivas distinguen condiciones **fenomenológicas** (de percepción) y **semiológicas** (de significación).

Por otro lado, y de manera más reciente, existen un enfoque en el marco de la Arquitectura computacional, no solo relacionado con los procesos AP, sino también con la fabricación digital y la automatización llamado “Discretismo” por Morel [27].

Esta aproximación es una de las visiones más vanguardistas del uso de la tecnología digital en la Arquitectura y fue propuesta por los arquitectos Gilles Retsin [9], [20], Philippe Morel [27], José Sánchez [21], [28] en la publicación *Discrete* de la revista inglesa *Architectural Design* [9]. Es considerada por Carpo [8], [17], [18] como parte de las manifestaciones de la segunda era digital en la Arquitectura.

También es posible posicionar este enfoque dentro de un ámbito político, y no solo como una expresión tecnológica, ya que aboga por una economía de escala en la manera de utilizar los elementos que servirán de

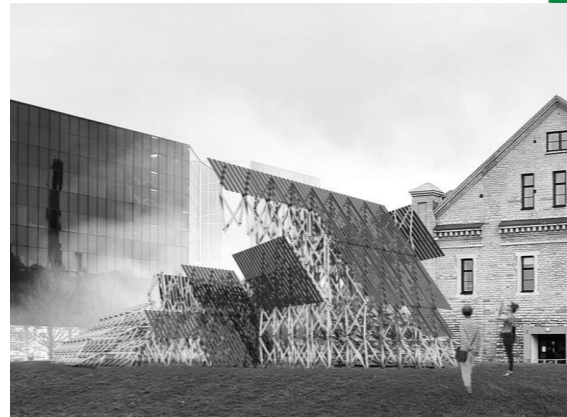


insumo en la producción arquitectónica, bajo una estrategia de agregación consecutiva. “*Discreteness*’ es una noción que proviene de las ciencias, que se refiere a lo que es individual y separado. Es lo opuesto a lo continuo, a lo que es ininterrumpido y fluido” [9, p. 8].

El Discretismo es una manifestación arquitectónica de carácter tectónico discontinuo, esquelético y fragmentado con articulaciones sincopadas, que acepta la repetición de un elemento estándar, como cajas dispuestas a manera de *voxels*, en un sistema de agregación consecutivo con crecimiento abierto y orgánico (Figura 7-9); un criterio contrario a la continuidad fluida y curvilínea de la estética parametricista de Schumacher [25], [26].



**Figura 7.** Tallin Architecture Biennale Pavilion de Gilles Retsin [29], proyecto construido. Tallin, 2017 (tomado de <https://www.retsin.org/Tallin-Architecture-Biennale-Pavilion>).



**Figura 8.** *Combinational Nest*, Tallin Architecture Biennale Pavilion de José Sánchez [30]. Tallin, 2019 (tomado de <https://www.plethora-project.com/combinatorial-nest>).



**Figura 9.** *Bloom*, 2012 Olympic Games, pabellón de José Sánchez y Alisa Andrasek [31]. Londres, 2012 (tomado de <https://www.plethora-project.com/bloom>).

Es posible discernir una afinidad entre las manifestaciones arquitectónicas de este enfoque vanguardista y las del arquitecto Kengo Kuma [10], a pesar de que existe una brecha amplia de pensamiento y criterio entre ambos. Kuma rechaza firmemente la experimentación computacional, tecnológica y científica, ya que va en contra de su filosofía y visión de la Arquitectura; el Discretismo ve la tecnología digital y los avances en la robótica, como el medio en el que se desenvuelve su producción arquitectónica.

A pesar del paralelismo, hay una cercanía clara en la tectónica resultante de sus productos arquitectónicos. También en sus



discursos existe un enemigo común: la modernidad industrial y la lógica matemática diferencial como método para la resolución de problemas. Kuma aboga por recuperar los aspectos intuitivos de los procesos artesanales, y el Discretismo se apoya en las lógicas heurísticas para la solución de problemas a través de la automatización [9], [20], [21], [28], que implica procesos de inteligencia artificial y robótica como métodos característicos de la segunda era digital de la arquitectura [17], [18].

En este sentido, las características del discurso de diseño del Discretismo pueden promover a través de sus métodos computacionales, la construcción eficiente y optimizada de elementos distribuidos consecutivamente mediante un sistema de agregación, que aporten en una relación sinérgica de los aspectos fenomenológicos y semiológicos, tal como lo demuestra la Arquitectura de Kengo Kuma [10].

### **7. Metodología algorítmica – paramétrica para la sinergia de los aspectos fenomenológicos y semiológicos**

La vanguardia computacional en la Arquitectura considera los procesos de programación digital como medio para la producción de proyectos arquitectónicos, en especial el segmento relacionado con la programación digital visual. Las principales plataformas de programación visual en la actualidad son *Grasshopper* del programa computacional CAD (*Computer Aided-Design*) *Rhinoceros 3d*, *Dynamo* del programa computacional *BIM Revit* de Autodesk y el programa computacional multiplataforma *Vectorworks*.

De las plataformas mencionadas anteriormente, la más utilizada y ampliamente desarrollada en la actualidad es *Grasshopper*, la cual es un entorno de

programación computacional visual (*Graphical User Interface*, GUI) del programa computacional CAD *Rhinoceros*. Funciona como un editor de algoritmos que construye modelos paramétricos a través de diagramas de flujo. Según Anton y Tănase [32]:

*Grasshopper* permite a arquitectos e ingenieros a desarrollar algoritmos para diseño edificaciones sistemas basados en sistemas paramétricos. Las posibilidades de programación e interoperabilidad con otros programas de análisis, *Grasshopper* es extendido por una serie de implementos (*plugins*) dedicados al análisis energético, tales como *GECO*, *Diva* para *Rhino* y *Ladybug*. (p. 12)

A través de esta plataforma, y de acuerdo con las consideraciones de implementación de los aspectos fenomenológicos y semiológicos de Patrik Schumacher [25], [26], así como la agenda del enfoque Discretista en la Arquitectura computacional, es posible proponer un esquema metodológico que sintetice los pasos y variables a tomar en cuenta en el diseño arquitectónico, para el desarrollo de un proyecto a través de un proceso AP (Figura 10).

Esta propuesta metodológica de Arquitectura Algorítmica Paramétrica (AAP), es un algoritmo que refleja los aspectos a considerar para el proceso de diseño de la forma y el espacio desde la perspectiva fenomenológica y semiológica.

Parte de la visión de Schumacher [25], [26] que considera estos aspectos como un sistema de estructuras de comunicación para calificar las relaciones de organización y articulación de la forma y el espacio. También considera los principales elementos teóricos y metodológicos de Norberg-Schulz [2], [3] en torno a la



topología, y los aspectos de percepción sensorial de Bloomer y Moore [1] previamente descritos.

Finalmente, el diagrama relaciona estos elementos con las principales herramientas algorítmicas existentes en la plataforma de programación visual *Grasshopper*. Dichas herramientas son distinguidas en dos grupos: (a) aquellas que generan simulaciones y dan solución a problemas mediante el método causal y matemático, y (b) las que siguen el método y lógica heurística de la inteligencia artificial de la computadora para optimizar el desempeño de los productos arquitectónicos.

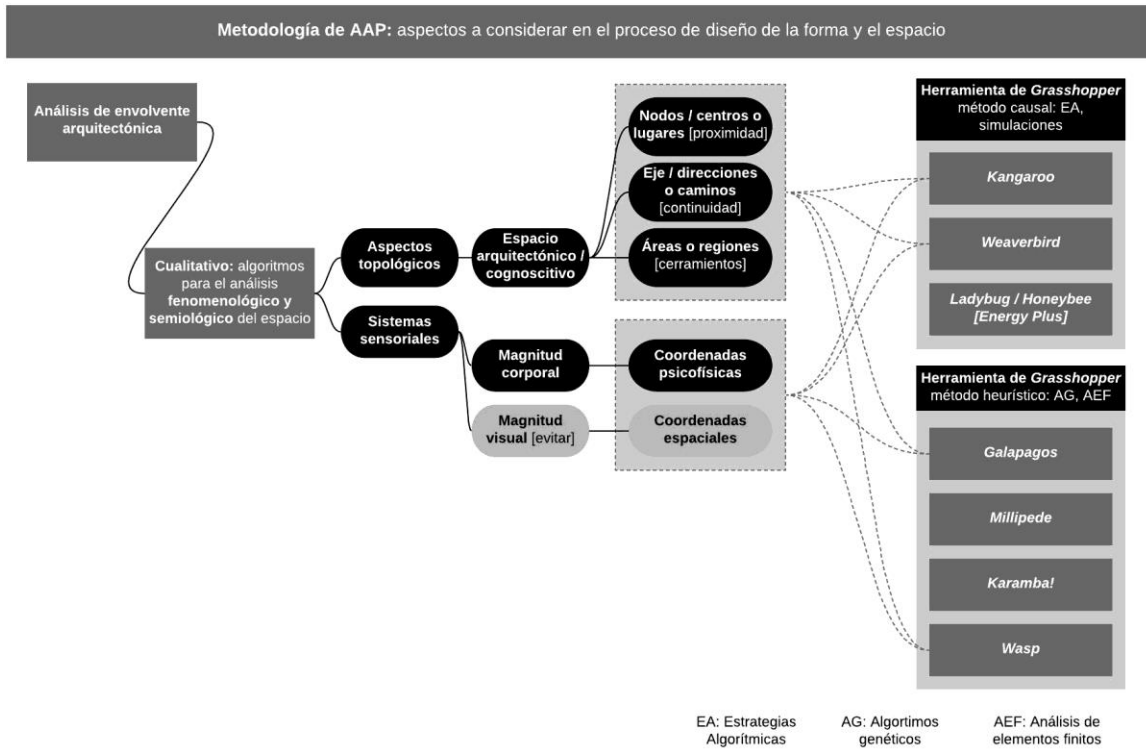
En el primer grupo, se encuentran herramientas de simulación y cálculo de elementos estructurales, físicas de partículas y elementos, análisis ambiental y energético. El segundo grupo engloba utilidades para optimización multiobjetivo a través de algoritmos genéticos, análisis de elementos finitos y búsquedas estocásticas. Un ejemplo de las herramientas previamente descritas es la utilidad *Wasp*, la cual corresponde al grupo de método heurístico. Es un conjunto de funciones algorítmicas que permiten desarrollar patrones de crecimiento y agregación a través de secuencias estocásticas.

A través de un conjunto de reglas determinadas por el usuario en el algoritmo, se generan múltiples directrices de crecimiento a través de multiplicar consecutivamente uno o varios elementos geométricos.

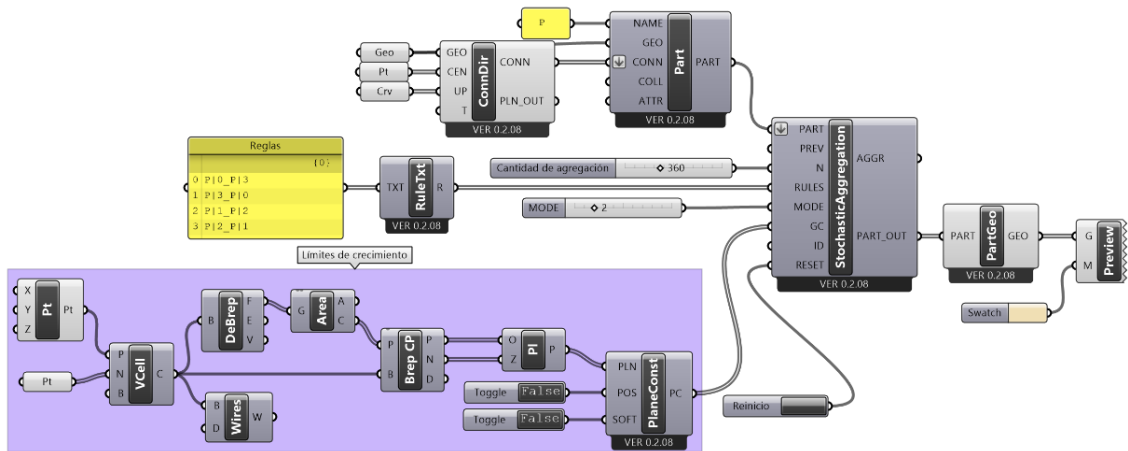
Básicamente el algoritmo (Figura 11) se construye al determinar una geometría como parámetro, al cual se le establecen condiciones de conexión y se le reconoce como una entidad con propiedades a través de una función clasificadora que lo prepara para ser multiplicado.

El parámetro clasificado es vinculado con una función de agregación consecutiva a través de un patrón de búsqueda estocástica, al cual se le establece reglas de repetición y acoplamiento. En esta función es posible estipular la cantidad de elementos a repetir, así como parámetros que limiten su crecimiento en tercera dimensión. Finalmente, el resultado es mostrado a través de funciones que permiten visualizar la geometría resultante y manipular su color. Esta herramienta, es un medio para desarrollar estructuras formales y espaciales arquitectónicas, de manera ágil, controlada y optimizada con características similares a las promovidas por el arquitecto Kengo Kuma [10] o la agenda del Discretismo previamente descritas (Figura 12 y 13).

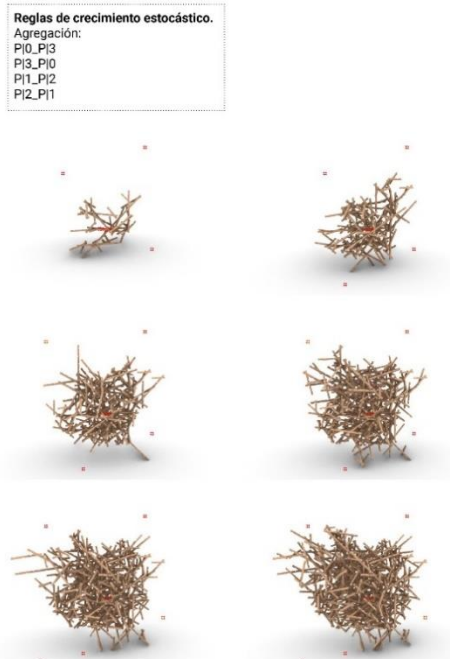




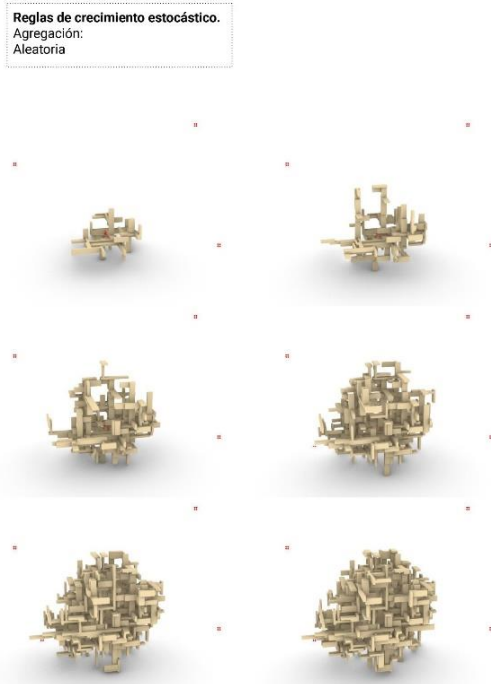
**Figura 10.** Propuesta metodológica de Arquitectura Algorítmica Paramétrica (AAP) para el diseño de la forma y el espacio a través de herramientas algorítmicas visuales. Elaboración propia (2020).



**Figura 11.** Ejemplo de algoritmo realizado en *Grasshopper* con la herramienta *Wasp* para el desarrollo de crecimiento múltiple de elementos a través de agregación. Elaboración propia (2020).



**Figura 12.** Resultado de algoritmo mostrado en *Figura 12*, muestra las variantes de agregación al multiplicar un elemento geométrico a través de reglas establecidas por el usuario. Elaboración propia (2020)



**Figura 13.** Resultado de algoritmo mostrado en *Figura 12*, muestra las variantes de agregación al multiplicar un elemento geométrico (ejemplar 2) a través de reglas establecidas por el usuario. Elaboración propia (2020)

## 8. Discusión

Las principales críticas en torno a la Arquitectura computacional tienen un origen más amplio y complejo del que pudiera discernirse a simple vista. Como es posible concluir a partir del análisis descriptivo anterior, el debate proviene de una tradición conflictiva entre la Filosofía materialista e idealista, del predominio de la razón o de los sentidos en el desarrollo creativo, de la fricción existente entre los aspectos fenomenológicos y semiológicos en el desarrollo arquitectónico.

El escepticismo hacia el uso de la computadora en la Arquitectura, gira en torno a la preocupación por la pérdida de control sobre el diseño como dice Terzidis [24], pero también por una inquietud relacionada con el desapego a la realidad, una patología que deriva de la alienación espacial producida por la realidad virtual, que promueve el excesivo uso del sentido de la vista y la lejanía del sistema sensorial háptico.

Tras un largo período, el escepticismo de Christopher Alexander era típico de muchos arquitectos. Muchos sentían que los ordenadores mecanizarían el proceso de diseño, dejando poco espacio para la intuición y el talento personal, elementos considerados como ingredientes básicos de una buena Arquitectura. [33, p. 119].

En el orden teórico previamente descrito, con relación a los aspectos fenomenológicos de la arquitectura, Pallasmaa [19] muestra una seria preocupación por el uso de la computadora, considera que promueve una manipulación visual pasiva y un viaje retiniano. De la misma manera Montaner [6], advierte que la radicalización del uso de la computadora en el proceso de diseño, ha propiciado formas y espacios arbitrarios y poco relacionados con su contexto:



La radicalización de este cambio (de lo analógico a lo virtual) ha potenciado la eclosión de una “Arquitectura digital” [...] en la que las geometrías complejas y sinuosas, surgidas del mundo virtual en la pantalla, plantean una pretendida liberación de las formas y espacios mediante una arquitectura de redes y corrientes, fluidas y transparentes, líquidas y dinámicas, a veces arbitrarias y generalmente poco relacionadas con su contexto [6, p. 22].

Por otro lado, el arquitecto Peter Zumthor [4], [5] no manifiesta inquietudes enfocadas en el uso de la tecnología en sí (en este caso digital), sino que su preocupación principalmente se apoya en la aplicación de metodologías basadas en teorías, filosofías y aspectos semiológicos, como son los conceptos y el excesivo uso de diagramas que pudieran fomentar un desapego con la realidad y su inherente capacidad de generar estímulos sensoriales a partir de su cualidad material y espacial.

Es importante analizar el contexto en el que se ha desarrollado la Arquitectura computacional. Primeramente, la computadora es usada intensivamente como una herramienta representacional, en definitiva, esta manera promueve una patología de desapego y alienación espacial.

Sin embargo, el avance tecnológico y la accesibilidad pedagógica actual con relación a la computadora, ha traído como consecuencia otro enfoque de uso, en el cual deja de ser comprendida como una herramienta pasiva de dibujo y proyección virtual, para convertirse en un aliado activo en la concepción de la forma y espacio, gracias al aprendizaje de la programación digital como un medio de comunicación amplia con una inteligencia artificial, cada vez más avanzada.

Actualmente la inteligencia artificial, alimentada por los sistemas de intercomunicación global gracias al Internet y el *Big Data* [8], [17], [18], se encuentra en un proceso de transformación de los modelos, no solo informáticos, sino de los métodos de investigación científica, que pasan de tener un carácter principalmente causal a otro de tipo heurístico.

Es decir, los recursos digitales actualmente generan posibilidades espaciales y arquitectónicas en toda la extensión de la palabra. Sin embargo, este hecho no deja de lado al hombre en un papel pasivo de participación en el diseño, no son un sustituto sino un complemento, ya que es responsabilidad del diseñador tomar decisiones en términos de designar el valor inherente que le da a los datos y parámetros que entran en juego en la programación digital de un proyecto.

La racionalización de los datos por parte del diseñador juega un papel activo y relevante en el proceso de diseño con el manejo de sistemas computacionales.

Para utilizar el ordenador como un instrumento que resuelve problemas en el proceso de diseño, se debe responder a la pregunta de Christopher Alexander sobre el uso del ejército estúpido. La naturaleza es proclive a los ejércitos de estúpidos, las hormigas son un ejemplo [...] se debe usar como una herramienta generativa que crea una lógica interna, la cual se puede desarrollar para producir una amplia gama de posibilidades [33, p. 119].

Por otro lado, con relación al debate entre la razón y los sentidos, así como el consecuente desapego con la realidad, es oportuno considerar esta problemática desde una perspectiva Deleuziana o rizomática, en lugar de dicotómica. Puede tomarse como ejemplo el símbolo de la



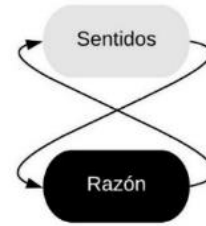
mitología nórdica de la serpiente que se come su propia cola: el Uróboro (Figura 14), como referencia de un sistema recursivo. Es decir, es más interesante considerar la razón como un aspecto recurrente de los sentidos o viceversa, que contrapuestos.



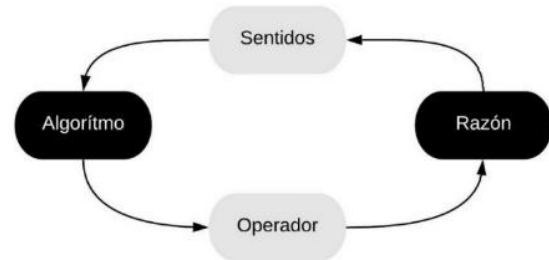
**Figura 14.** El Uróboro, la serpiente que come su propia cola (símbolo de la mitología nórdica) como referencia a la recursividad (tomado de <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ur%C3%B3boros&oldid=126403838>).

Finalmente, cualquier estímulo sensorial tiene que pasar por una evaluación mental, así como cualquier razonamiento o idea, no tiene significado si no es parte de un esquema cognoscitivo derivado de la interacción de los sistemas sensoriales y la envolvente corporal con los objetos físicos.

De la misma manera, en términos del uso computacional como inteligencia artificial; cualquier algoritmo generado, necesariamente tiene que pasar por el juicio, supervisión y creación del operador y del valor que éste da a cada parámetro y función asignada (Figura 15 y 16).



**Figura 15.** El Uróboro: recursividad entre los sentidos y la razón. Elaboración propia (2020).



**Figura 16.** El Uróboro: recursividad entre los sentidos y la razón, entre el algoritmo y el operador. Elaboración propia (2020).

## 9. Conclusiones

El presente análisis de los aspectos fenomenológicos y semiológicos de la Arquitectura computacional verifica y evidencia los principales problemas y potencialidades relacionadas con el uso de los medios digitales en el proceso de diseño arquitectónico.

Aborda las principales críticas existentes en torno al cada vez más necesario uso de las computadoras como herramienta o medio de producción en la Arquitectura, las cuales manifiestan una preocupación por promover una patología de alienación de la realidad en el entendimiento del espacio desde la perspectiva fenomenológica, a costa de un dominio latente de un enfoque semiológico, idealista o virtual.

Analiza con referentes especializados que una respuesta a esta patología es a través del modo de comprender y usar la computadora. Primeramente, ejemplifica con la



Arquitectura de Kengo Kuma [10] y el enfoque de Arquitectura computacional llamado Discretismo, que existen manifestaciones arquitectónicas que son equilibradas en considerar los aspectos fenomenológicos y semiológicos de manera sinérgica y recursiva.

Posteriormente, muestra que la computadora puede ser más participativa en el desarrollo de la forma y el espacio a través de la programación digital, y los mecanismos algorítmicos y paramétricos consecuentes de este proceso. Verifica con las aportaciones teóricas de Terzidis [24] y Schumacher [25], [26] que existen metodologías relacionadas con la Arquitectura computacional que abordan los aspectos fenomenológicos y semiológicos como parámetros a analizar en la metodología de diseño.

También, propone un esquema metodológico algorítmico y paramétrico que analiza e incorpora estos aspectos con una participación sinérgica y activa en el diseño arquitectónico, a través de herramientas algorítmicas que pueden ser utilizadas en la plataforma de programación visual llamada *Grasshopper*.

El esquema metodológico propuesto, funciona como un algoritmo que tiene el objetivo de incentivar el análisis de elementos que funcionan como parámetros de evaluación en un proyecto, en torno a los aspectos fenomenológicos y semiológicos de la arquitectura.

El algoritmo incorpora las consideraciones teóricas existenciales, relacionadas con el análisis topológico del espacio de Norberg-Schulz [2], así como la evaluación de los parámetros que estimulan sistemas sensoriales y la envolvente corporal, según Boomer y Moore [1] y Peter Zumthor [4], [5].

Finalmente, estas consideraciones son una referencia eficiente para conducir el análisis del espacio arquitectónico a un proceso de diseño Algorítmico-Paramétrico; y así dirigir al diseñador, a verificar herramientas algorítmicas útiles que, con ayuda de estrategias computacionales e inteligencia artificial, considere las propiedades cualitativas, existenciales y psicológicas del espacio a diseñar.

## 10. Agradecimientos

Agradecimientos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo financiero para la realización del programa de posgrado en investigación; al programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Urbanismo y Diseño por la formación, soporte y guía en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

## 11. Reconocimiento de autoría

*Aarón Tadeo Onchi Rascón:* Conceptualización, Metodología, Software, Análisis Formal, Investigación, Escritura – Borrador original. *Alejandro José Peimbert Duarte:* Validación, Curación de Datos, Escritura: revisión y edición. *Jesús Antonio Ley Guing:* Recursos, Validación, Escritura: revisión y edición.



## Referencias

- [1] K. C. Bloomer y C. W. Moore, *Cuerpo, memoria y arquitectura: introducción al diseño arquitectónico*. Madrid: Hermann Blume, 1983.
- [2] C. Norberg-Schulz y C. N.- Schulz, *Existence, space & architecture*. London: Studio Vista, 1971.
- [3] C. Norberg-Schulz y A. Bonanno, *Arquitectura occidental: la arquitectura como historia de formas significativas*. Barcelona; México [D.F.: Gustavo Gili, 1999.
- [4] P. Zumthor, *Atmosferas: entornos arquitectónicos: las cosas a mi alrededor*. Barcelona: Gustavo Gili, 2011.
- [5] P. Zumthor, *Pensar la arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili, 2016.
- [6] J. M. Montaner, *La condición contemporánea de la arquitectura*. Barcelona: GG, 2015.
- [7] P. Eisenman, *Diez edificios canónicos 1950-2000*. Barcelona: Gustavo Gili, 2011.
- [8] M. Carpo, *The second digital turn: design beyond intelligence*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2017.
- [9] G. Retsin, «Discrete Architecture in the Age of Automation», *Archit. Des.*, vol. 89, n.º 2, pp. 6-13, mar. 2019, doi: 10.1002/ad.2406.
- [10] K. Kuma y H. Watanabe, *Anti-object: the dissolution and disintegration of architecture*, Repr. London: Architectural Association Publ, 2010.
- [11] A. Tedeschi, *AAD - Algorithms-Aided Design: parametric strategies using Grasshopper*, First edition. Brienza: Le Penseur publisher, 2014.
- [12] M. M. Stadler, «¿Qué es la topología?», *Sigma Rev. Matemáticas Mat. Aldizkaria*, n.º 20, pp. 63-77, 2002, Accedido: mar. 05, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=803774>.
- [13] G. Scott, *La arquitectura del humanismo: un estudio sobre la historia del gusto*. Barral, 1970.
- [14] P. Zumthor, «Pabellón Swiss Sound - Ficha, Fotos y Planos», *WikiArquitectura*, 2000. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/pabellon-swiss-sound/> (accedido jun. 02, 2020).
- [15] G. Deleuze y F. Guattari, *Mil mesetas: capitalismo y esquizofrenia*, 5. ed. Valencia: Pre-Textos, 2002.
- [16] G. Deleuze y F. Guattari, *El anti-edipo: capitalismo y esquizofrenia*. Barcelona: Paidós, 2017.
- [17] M. Carpo, *The alphabet and the algorithm*. Cambridge, Mass: MIT Press, 2011.
- [18] M. Carpo, «Particlised: Computational Discretism, or The Rise of the Digital Discrete», *Archit. Des.*, vol. 89, n.º 2, pp. 86-93, mar. 2019, doi: 10.1002/ad.2416.
- [19] J. Pallasmaa, *Los ojos de la piel: la arquitectura y los sentidos*, 2. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2014.
- [20] M. Linder, M. Claypool, M. Jimenez Garcia, G. Retsin, V. Soler, y Institut für Internationale Architektur-Dokumentation, *Robotic building: architecture in the age of automation*. 2019.
- [21] J. Sanchez, *Architecture for the commons*. New York: Routledge, 2020.
- [22] K. Kuma, «kengo-kuma-CLT-park-harumi-tokyo-japan-designboom-05.jpg (818x1226)», 2019. <https://static.designboom.com/wp-content/uploads/2020/11/kengo-kuma-CLT-park-harumi-tokyo-japan-designboom-05.jpg> (accedido ene. 08, 2021).
- [23] K. Kuma, «Yure\_Kengo-Kuma\_The-Galerie-Philippe-Gravier\_dezeen\_936\_11.jpg (936x624)», 2015. [https://static.dezeen.com/uploads/2015/10/Yure\\_Kengo-Kuma\\_The-Galerie-Philippe-Gravier\\_dezeen\\_936\\_11.jpg](https://static.dezeen.com/uploads/2015/10/Yure_Kengo-Kuma_The-Galerie-Philippe-Gravier_dezeen_936_11.jpg) (accedido abr. 07, 2021).
- [24] K. Terzidis, *Algorithmic architecture*, 1st ed. Amsterdam ; Boston: Architectural Press, 2006.
- [25] P. Schumacher, *The autopoiesis of architecture. Vol. 1: A new framework for architecture*. Chichester: Wiley, 2011.
- [26] P. Schumacher, *The autopoiesis of architecture. Vol. 2: A new agenda for architecture*. Chichester: Wiley, 2012.
- [27] P. Morel, «The Origins of Discretism: Thinking Unthinkable Architecture», *Archit. Des.*, vol. 89, n.º 2, pp. 14-21, mar. 2019, doi: 10.1002/ad.2407.
- [28] J. Sanchez, «Architecture for the Commons: Participatory Systems in the Age of Platforms», *Archit. Des.*, vol. 89, n.º 2, pp. 22-29, mar. 2019, doi: 10.1002/ad.2408.
- [29] G. Retsin, «Tallinn Architecture Biennale Pavilion - [www.retsins.org](http://www.retsins.org)», *gilles retsin*, 2017. <https://www.retsins.org/Tallinn-Architecture-Biennale-Pavilion> (accedido abr. 27, 2020).
- [30] J. Sanchez, «Combinatorial Nest for Tallin Pavilion Program, Tallin Architecture Biennale 2019», *Plethora Project*, 2019. <https://www.plethora->



- project.com/combinatorial-nest (accedido may 10, 2020).
- [31] J. Sanchez y A. Andrasek, «Bloom», *Plethora Project*, 2012. <https://www.plethora-project.com/bloom> (accedido abr. 07, 2021).
- [32] I. Anton y D. Tănase, «Informed Geometries. Parametric Modelling and Energy Analysis in Early Stages of Design», *Energy Procedia*, vol. 85, pp. 9-16, ene. 2016, doi: 10.1016/j.egypro.2015.12.269.
- [33] J. Krauel, *Arquitectura digital: innovación y diseño*. Barcelona: Links, 2011.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)